ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 OCTOBRE 1920.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI DESLANDRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Le Congrès international de Mathématiques de Strasbourg*. Note de M. **ÉMILE PICARD**.

Il ne sera peut-être pas sans intérêt de donner quelques renseignements sur le Congrès international de Mathématiques, qui vient de finir. C'est à Bruxelles l'année dernière, à la troisième conférence interalliée des Académies scientifiques, que la proposition fut faite de réunir un tel Congrès à Strasbourg. L'Académie se rappelle que la reprise des relations internationales après la guerre avait été étudiée longuement à Londres et à Paris, en octobre et novembre 1918, dans deux conférences interacadémiques, où figuraient des représentants des puissances alors en guerre avec les empires centraux. Dans ces réunions, il fut insisté fortement sur ce point que les guerres antérieures n'avaient pas détruit la mutuelle estime des savants belligérants les uns pour les autres, et que la paix alors avait pu effacer après peu d'années les traces du passé. « Mais aujourd'hui, concluaient à l'unanimité les délégués des pays alliés, les conditions sont tout autres. Des crimes sans nom vont laisser, dans l'histoire des nations coupables, une tache, que des signatures au bas d'un traité de paix ne sauraient laver. Aussi devrons-nous abandonner les anciennes associations internationales, et en créer de nouvelles avec le concours éventuel des neutres. » Tels sont les principes qui ont guidé les décisions prises d'abord à Londres et à Paris, confirmées et précisées dans une nouvelle conférenee tenue à Bruxelles en juillet 1919. Un Conseil international de recherches fut créé, auquel se rattachaient, par l'adhésion à certaines idées générales,

mais en gardant une large indépendance, des Unions internationales se rapportant aux différents ordres de sciences. Enfin, les nations neutres seraient priées d'adhérer au Conseil international de recherches, ainsi qu'aux diverses Unions ([1]).

Ce programme est presque entièrement réalisé aujourd'hui. Un grand nombre de pays ont adhéré au Conseil international de recherches, et diverses Unions ont été fondées, dont en dernier lieu l'Union internationale de Mathématiques.

C'est conformément à ce plan général que fut convoqué le Congrès, qui vient de se tenir à Strasbourg ([2]). Il est le premier Congrès scientifique international réuni depuis la guerre. Il inaugure un ordre nouveau, ne s'insérant dans aucune suite déjà commencée. Des invitations personnelles avaient été envoyées par le Comité national français de Mathématiques aux savants des pays alliés et amis. Nous n'avons jamais dissimulé que nous entendions donner à ce Congrès une signification particulière, en le réunissant à Strasbourg. Aussi avons-nous été extrêmement touchés de l'empressement avec lequel nos amis étrangers ont répondu à notre appel. Arrivés dans cette ville, ils se sont laissés, comme nous, pénétrer par l'atmosphère alsacienne, et beaucoup se sont livrés à des réflexions que, loin d'ici, ils n'avaient pas été amenés à faire. Des liens plus intimes ont été formés, qui resteront précieux.

A tout point de vue, le Congrès, qui vient de se terminer, a réussi au delà de nos espérances. Nos diverses sections ont entendu des communications de haute importance. Cinq conférences générales, extrêmement brillantes, ont été faites : notre Associé étranger, M. Volterra, professeur à l'Université de Rome, a parlé de l'enseignement de la Physique mathématique; trois de nos Correspondants, Sir Joseph Larmor, professeur à l'Université de Cambridge; M. de la Vallée-Poussin, professeur à l'Université de Louvain; M. Dickson, professeur à l'Université de Chicago, ont choisi, comme sujets de leurs conférences, l'indétermination en physique, les fonctions à variation bornée, les relations entre la théorie des nombres et d'autres branches des Mathématiques. Enfin M. Nörlund, professeur à l'Université

([1]) Pour le détail des résolutions prises, voir les *Comptes rendus* des 21 octobre 1918, 9 décembre 1918 et 25 août 1919.

([2]) Le Bureau du Congrès a été ainsi formé : Président d'honneur, M. Jordan; Président, M. Émile Picard; Vice-Présidents, MM. Dickson, Larmor, Nörlund, de la Vallée-Poussin, Villat, Volterra; Secrétaire général, M. Kœnigs; Secrétaire, M. Galbrun.

de Copenhague, nous a entretenus de la théorie des équations aux différences finies. Toutes les communications et les conférences générales seront réunies dans un Ouvrage qui restera le témoin de l'activité scientifique de ce Congrès.

M. le Ministre des Affaires étrangères, M. le Commissaire général d'Alsace-Lorraine, M. le Maire et M. le Président de la Chambre de Commerce de Strasbourg ont bien voulu s'intéresser à l'œuvre entreprise. Nous avons aussi rencontré un concours empressé auprès de diverses Sociétés industrielles et financières, ainsi que de nombreux particuliers, qui ont compris que, dans les circonstances présentes, la réussite de la réunion projetée importait à l'honneur de la Science française. Des uns et des autres nous avons reçu de larges subventions. Je suis sûr d'être l'interprète de l'Académie, qui a pris une si large part dans l'élaboration des nouveaux statuts internationaux, en adressant, en son nom, des remercîments à tous ceux qui ont contribué à l'éclat du Congrès de Strasbourg.

Après le dépouillement de la Correspondance, M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Messieurs,

Pendant les vacances dernières, l'Académie a eu la douleur de perdre un de ses Correspondants les plus illustres, le grand astronome anglais, Sir **Norman Lockyer**, qui s'est éteint, âgé de 84 ans, dans le nouvel observatoire qu'il avait organisé récemment à Sidmouth.

Sir Norman Lockyer est un des fondateurs de l'Astronomie physique, qui a pris un développement si considérable dans les 50 dernières années. Il a engagé la science dans des voies nouvelles, et de grandes découvertes sont attachées à son nom.

Il ne sortait d'aucune grande école, d'aucune université. Il a été d'abord attaché au Ministère de la Guerre à Londres, et même pendant treize ans, de 1857 à 1870; la place n'était pas une sinécure, puisqu'il a été chargé de coordonner et d'imprimer les règlements de l'armée anglaise. Mais il avait l'amour profond de la science, et il était attiré fortement par l'Astronomie et par les premiers résultats déjà merveilleux de l'analyse spectrale appliquée aux astres. Il consacre tous ses loisirs à l'observation du ciel avec une petite lunette installée dans sa maison et pourvue d'un spectroscope. En 1866, il présente à la Société Royale son premier Mémoire sur le Soleil, et y émet l'idée que le spectroscope pourra révéler en plein jour les protu-

bérances roses des éclipses totales; il s'appuie sur l'étude spectrale d'une étoile de la Couronne, dont le noyau stellaire est entouré d'une atmosphère d'hydrogène, très faiblement brillante; or, dans le spectre, la lumière du gaz hydrogène domine celle du noyau.

Cette remarque était un trait de génie; elle contient le principe de la méthode qui assure l'étude journalière des protubérances au bord solaire. Deux ans après, après avoir réalisé un spectroscope d'une puissance suffisante, il réussit à voir une protubérance en plein jour avec les radiations de l'hydrogène et communique la découverte à notre Académie le 28 octobre 1868. Par une coïncidence curieuse, à la même séance, notre compatriote Janssen, par une lettre envoyée des Indes, annonçait le même résultat, qui d'ailleurs avait été obtenu plus tôt. Depuis, les noms des deux savants ont été unis justement dans la découverte.

Sir Norman complète rapidement sa première observation :

Les protubérances émanent d'une couche mince de même composition, qui recouvre la surface entière de l'astre. Il donne à cette couche le nom de *chromosphère*, actuellement adopté par tous.

La radiation jaune des protubérances ne correspond à aucun corps connu; elle annonce un élément nouveau qu'il appelle *helium;* c'est la première reconnaissance du gaz, à tous égards si curieux, qui a été retiré d'un minéral de notre Terre trente-sept ans plus tard par Ramsay.

Les raies de l'hydrogène ont dans les protubérances, de la base au sommet, une largeur décroissante, rapportée par lui justement à la variation de pression. Ces mêmes raies sont souvent tordues et déplacées; il ramène le fait à sa vraie cause qui est la vitesse du gaz dans la direction de la Terre, vitesse mesurable en kilomètres par seconde. C'est une des toutes premières applications du grand principe de Doppler-Fizeau, si souvent invoqué depuis. Le spectre nous révèle à la fois la forme, la composition chimique, l'état physique de la vapeur solaire, et aussi sa vitesse radiale qui échappe à la simple lunette.

Les points principaux du phénomène et leur explication ont été reconnus en quelques semaines et avec de petits instruments.

L'année suivante, en 1869, il fonde la Revue anglaise *Nature*, consacrée à toutes les sciences, qui est actuellement la publication scientifique la plus répandue dans le monde. Il s'affirme, dans cette revue nouvelle, encyclopédiste et organisateur de premier ordre. Il avait un cerveau puissant dans un corps robuste, et sa capacité de travail était très grande.

Il dirige la Revue *Nature* pendant plus de 30 ans, et lui donne sa forme actuelle. En même temps il poursuit sans arrêt et même jusqu'à sa mort, avec une activité jamais ralentie, des recherches de science pure, à savoir des observations astronomiques et des recherches de physique qui se prêtent un mutuel appui. L'un des premiers, il réalise l'union intime de l'observatoire et du laboratoire qui est un des caractères de la nouvelle Astronomie.

Les premières recherches ont été faites avec les moyens d'un simple particulier; et c'est seulement en 1873 qu'il a pu organiser aux frais de l'État, dans la ville de Londres à South Kensington, un observatoire et un laboratoire de Physique, rattachés au Royal College of Science. Les ressources mises à sa disposition étaient modestes et le climat de Londres peu favorable. En 1912, le matériel et le personnel de South Kensington sont transférés à Cambridge, et Sir Norman, qui était contraire à cette solution, se décide, avec l'aide de quelques amis, à construire en pleine campagne, dans un site très propice, un nouvel observatoire, the Hill Observatory, qui est déjà un des mieux pourvus de l'Angleterre. En fait on lui doit deux établissements, consacrés à l'Astronomie physique et actuellement en pleine activité.

Les résultats, faits d'expérience et théories, sont exposés dans plus de 200 Mémoires, et l'on peut rappeler seulement les principaux. L'auteur les a résumés en partie dans deux grands Ouvrages *Meteoretic Hypothesis* de 1890 et *Inorganic Evolution* de 1900. Il y décrit ses nombreuses expériences et fait œuvre de philosophe en cherchant à ramener tous ces faits épars à quelques causes générales. La plupart des phénomènes célestes peuvent s'expliquer, d'après lui, par la collision de météores, et il expose la succession des faits qui le forcent à admettre la dissociation de nos éléments chimiques dans les astres. Les phénomènes radioactifs, qui sont postérieurs à sa thèse, lui ont apporté un sérieux appui.

Les actions diverses, encore mal connues, exercées par le Soleil sur la Terre, ont retenu son attention. Après avoir reconnu dans les variations des protubérances solaires une période secondaire de 3,8 ans il montre, avec son fils le D[r] W. Lockyer, que la pression de l'air varie, sur plusieurs points du globe, d'après la même loi; ce qui permet de prédire l'état des choses dans l'océan Indien longtemps à l'avance. La loi générale de circulation des vents dans l'hémisphère austral, indiquée par eux à cette occasion, a été bien vérifiée depuis, et est admise par tous les météorologistes.

Les spectres des éléments ont été étudiés par lui dans les conditions d'excitation les plus variées, le but poursuivi étant de retrouver dans le laboratoire les particularités diverses des spectres stellaires. Il a pu ainsi distinguer dans le spectre de chaque élément trois sortes de radiations, les raies longues, courtes et renforcées (enhanced) qui apparaissent à des températures croissantes. Les raies renforcées, obtenues avec des étincelles électriques extrêmement fortes, sont surtout caractéristiques. La présence et la force de ces raies et aussi d'autres indices lui ont permis de ranger les étoiles dans l'ordre des températures; il avait dû auparavant consacrer plusieurs années à photographier les spectres stellaires avec une dispersion notable.

Mais la classification des étoiles adoptée par lui diffère des autres classifications qui supposent une décroissance continue de leur température. Sir Norman, qui part aussi d'une nébuleuse originelle, soutient au contraire que la température augmente d'abord, passe par un maximum et décroît ensuite lentement; ce qui est mieux en accord avec les particularités spectrales et avec les calculs de Lane. Lorsque l'étoile s'approche du maximum, les raies des métaux disparaissent peu à peu; car les éléments sont dissociés et détruits, mais ils se reforment dans la phase descendante. L'évolution des étoiles est liée étroitement à une évolution parallèle des corps simples de la nature; elle fournit aux chimistes des indications précieuses sur la nature et les propriétés des atomes.

Dans son ensemble, l'œuvre est considérable et touche aux plus hautes questions de la Science. Sir Norman Lockyer est assurément un des plus grands savants de l'Angleterre, et un des plus grands astronomes de tous les temps.

L'Académie s'honore de l'avoir compté parmi ses membres; elle adresse à sa veuve et à ses enfants ses plus vives condoléances.

LITHOLOGIE. — *Sur une série de roches syénitiques alcalines* potassiques *à minéraux* sodiques *de Madagascar*. Note [1] de M. A. **Lacroix**.

J'ai signalé, il y a quelques années, l'existence sur les Hauts Plateaux de Madagascar de deux minéraux, fort rares partout ailleurs, un silico-titanate (*tscheffkinite*) et un fluo-carbonate (*bastnaésite*) de terres cériques; ils s'y

(1) Séance du 30 août 1920.

trouvent en quantité suffisante pour constituer de véritables minerais de cérium. Ces minéraux avaient été recueillis dans la terre rouge, libres de toute gangue, mais comme l'un d'eux adhérait à des fragments de feldspath et d'ægyrine, j'avais pensé que leur gisement originel devait être un granite alcalin. M. Perrier de la Bâthie ayant dû explorer cette région, je lui ai demandé d'y recueillir une collection de roches; je l'ai reçue, très copieuse; son étude m'a conduit aux observations suivantes :

L'un des résultats les plus frappants des études lithologiques modernes a été de montrer l'abondance des roches alcalines; mais, tandis que parmi celles-ci les types sodiques abondent, ceux caractérisés par une grande quantité de potasse sont en général restés des raretés, caractéristiques de certaines régions privilégiées. Les bassins de deux affluents de la Mania, l'Imorona et l'Itsindra, doivent être considérés comme constituant l'une de celles-ci. Leurs roches offrent en outre des particularités dignes d'être mises en lumière (1). Je ne m'occuperai que des types lithologiques considérés en eux-mêmes, laissant pour l'instant de côté leurs relations magmatiques avec d'autres roches alcalines qui les accompagnent et me contentant d'indiquer l'existence de transformations structurelles dues à des actions dynamiques suivies de recristallisation qui tendent à transformer certaines de ces roches éruptives en divers types gneissiques.

Toutes les roches dont il va être question constituent des filons, pour la plupart injectés entre les strates de calcaires et de quartzites métamorphiques relevés verticalement ou dans des roches granitiques gneissifiées. Elles sont caractérisées par la constance du microcline à macles quadrillées.

Quelques mots tout d'abord sur une amphibole spéciale à quelques-unes de ces roches. Elle est d'un noir bleuâtre très éclatant; son polychroïsme est intense : n_g = jaune paille; n_m = violet; n_p = bleu de mer. Le plan des axes optiques est parallèle à g^1. La dispersion est si forte que l'extinction est incomplète en lumière blanche, mais voisine de 40°. L'écartement des axes est très grand, aussi le signe optique est-il indécis. La composition chimique est la suivante (analyses de M. Raoult) : *a*. Ambahy vallée de l'Imorona) (densité 3,21); *b*. Ambatofinandrahana (densité 3,153).

	SiO^2.	TiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MnO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	F.	H^2O.	F.	Total
a.....	52,52	0,57	2,59	12,95	5,51	0,73	14,74	3,86	4,51	1,43	0,09	0,41	n.d.	99,91
b.....	54,10	0,42	1,00	13,02	8,09	n.d.	12,81	3,82	5,24	0,94	0,12	0,12	0,31	99,99

Cette amphibole, dont la composition sera discutée ailleurs, constitue le premier terme d'un groupe distinct, intermédiaire entre ceux de la richterite, de l'imerinite et des glaucophanes. Il paraît nécessaire de la désigner par un nom spécial, d'autant plus,

(1) Dans le livre de M. H. Washington, où sont réunies toutes les analyses modernes de roches éruptives, le type (I.5.I.2) dont il sera question plus loin n'est représenté que par une seule analyse et le type (II.5.I.2) par cinq.

qu'à l'inverse des amphiboles voisines, elle se rencontre dans des roches éruptives; j'emploierai celui de *torendrikite*, tiré de Torendrika, localité de la vallée de l'Imorona.

Les roches qui vont nous occuper tout d'abord sont des syénites peu ou pas quartzifères; le type le moins potassique se trouve entre Ambohimanatahotra et Marovoalavo. Son microcline est corrodé par de l'albite et associé à de l'albite indépendante : ces feldspaths englobent de l'ægyrine orientée sur des baguettes de torendrikite. Il existe de gros octaèdres zonés de zircon et de la magnétite. Cette syénite présente des traces de structure granoblastique; elle est en relation avec des pegmatites qui forment des veines irrégulières, plutôt que des filons, tantôt à très grands éléments et tantôt aplitiques; le quartz y est rare ou absent. Tandis que les aplites sont intactes (ouest d'Ifasina) dans les pegmatites, au contraire, les feldspath sont rarement conservés, ils sont le plus souvent transformés en calcédoine caverneuse et les minéraux qu'ils accompagnent : *ægyrine, torendrikite*, *biotite, bastnaésite*, *tscheffkinite*, *magnétite, hématite* gisent dans la terre rouge en fragments de plusieurs centimètres de longueur. Ils semblent avoir été très irrégulièrement distribués et concentrés en certains points. La netteté des faces de la tscheffkinite, l'existence d'agrégats miarolitiques de bastnaésite et d'hématite font penser que la roche fraîche devait renfermer des druses.

Des phénomènes pneumatolytiques ont caractérisé la dernière phase de sa formation, car les cristaux de tscheffkinite sont fréquemment transformés périphériquement en une croûte verdâtre, fibreuse, de rutile et d'ilménite enveloppés dans de la bastnaésite et du quartz et sur ces pseudomorphoses sont implantés des cristaux drusiques de quartz, de magnétite et d'hématite. Mélangées à ces minéraux, se trouvent dans les éluvions des masses finement grenues d'apatite englobant des lames de biotite et de gros octaèdres de magnétite. Il existe aussi des blocs d'une barytine strontianifère grenue; il faut rapprocher de ce fait que l'examen spectroscopique de la torendrikite y révèle des traces de baryum et de strontium et, d'autre part, que la célestite, l'ambatoarinite (carbonate basique de strontium et de cérium) et la monazite ont été formées par métamorphisme dans les calcaires cristallins métamorphisés par le granite d'Ambatoarina, localité qui n'est pas très éloignée de celle qui nous occupe. Les pegmatites syénitiques de l'Imorona ne sont pas sans analogie avec celles de Narsarsuk (Groenland) qui renferment aussi, parmi de nombreux minéraux spéciaux d'origine pneumatolytique, des fluocarbonates cériques [parisite [1] (synchisite) et sa variété barytique, la *cordylite*] associés à l'ægyrine.

---

[1] La *parisite* existe aussi, mais comme rareté, dans l'Imorona, ainsi que la *monazite*, dont j'ai vu un cristal translucide présentant un développement exceptionnel : allongé suivant l'axe b, ce cristal présente $p(001)$, $o^1\,(101)$, $a^1\,(\bar{1}01)$, $g^1\,(010)$ dominants, avec, en outre, $e^2(012)$, $e^1(011)$, $e^{\frac{1}{2}}(021)$, $b^{\frac{1}{2}}(\bar{1}11)$.

A Ambatofinandrahana, se trouve une roche à grain fin, syénite à microcline et albite, assez riche en torindrikite et en biotite, traversée par un filon à grands éléments de même composition qualitative, mais beaucoup plus riche en microcline et, par suite, beaucoup plus potassique (analyses *b* et *c*) et en outre plus leucocrate; par contre, sur ses bords, ce filon renferme des accumulations de torindrikite fibrolamellaire presque pure. Localement, chacun de cristaux de microcline, gris de fumée, est encerclé par une zone blanche d'albite granoblastique, constituant le premier stade d'une transformation dont les termes plus évolués s'observent dans les roches suivantes.

C'est aux environs de Bedihy (vallée de l'Antanimbarimpianina, affluent de l'Imorona) que se rencontrent des roches à grain fin, présentant tous les intermédiaires entre une syénite presque intacte, des types pseudo-porphyriques, dans lesquels des débris de microcline jouent le rôle de phénocristaux au milieu d'une pâte finement granoblastique recristallisée, et enfin de véritables leptynites syénitiques, dans lesquelles n'existe plus aucun minéral primordial intact. Le microcline prédomine et l'albite, en cristaux indépendants, est exceptionnelle. Il existe toujours peu ou prou d'un minéral coloré, torindrikite bleu foncé (à Amparibé) ou amphibole bleu verdâtre moins dispersive, avec fréquemment en outre de l'ægyrine, de l'augite ægyrinique ou de la biotite, qui, exceptionnellement, existe seule, à l'exclusion de l'amphibole. Comme minéraux accessoires, il faut citer l'allanite, l'épidote, l'apatite, le sphène, la muscovite, un grenat et du quartz.

En outre de ces roches caractérisées par des métasilicates alcalins, il existe dans d'autres gisements des aplites syénitiques contenant, comme constituant accessoire principal, de la biotite et de la muscovite; un filon (6^{km} ouest d'Andohatsindra) est remarquable par les actions pneumatolytiques qui ont développé sur ses épontes, soit une grande quantité de larges lames de muscovite, de cristaux de tourmaline et d'hématite riche en inclusions de rutile, soit une roche formée de fines paillettes de biotite englobant de gros prismes de tourmaline noire. A 3^{km} au sud d'Ambatofinandrahana, se trouve une aplite syénitique analogue dont le microcline, en cristaux maclés suivant la loi de Carlsbad, est aplati et simule de gros microlites; elle est imprégnée de galène argentifère et de pyrite aurifère.

Toutes ces syénites sont très leucocrates, mais à 1^{km} d'Itorendrika, il existe une roche pseudo-porphyrique, dans laquelle des débris de grands cristaux

de microcline schillérisé, maclé suivant les lois de Carlsbad et de Baveno, sont enveloppés dans un agrégat granoblastique d'albite, avec de l'apatite et beaucoup de biotite. Au nord d'Ambatofinandrahana enfin, se trouve un type très mélanocrate de minette à pyroxène.

Les analyses données plus loin, faites par M. Raoult, mettent en évidence une série remarquable par la prédominance, souvent considérable, de la potasse sur la soude, sauf dans la syénite dont il a été question en premier lieu (analyse *p*) et qui établit le passage à des types sodiques qui seront étudiés ultérieurement.

Ici une observation d'ordre général est nécessaire; la présence de métasilicates sodiques dans une roche est d'ordinaire attachée à l'idée de richesse en soude; la discussion de ces analyses montre que cette notion n'est pas nécessairement exacte; pour qu'une roche renferme des silicates sodiques, il est nécessaire et suffisant qu'elle renferme de la soude non feldspathisable; ce résultat est obtenu même avec une petite quantité de soude si le nombre des molécules de potasse s'approche de celui des molécules d'alumine; dans ces conditions, la soude, ne pouvant être entièrement feldspathisée, entre dans la constitution d'éléments colorés. Il résulte de cette remarque la conclusion que, même dans les roches alcalines, la nature du feldspath est une caractéristique plus essentielle que celle des minéraux ferrugineux. Plusieurs des roches analysées ci-contre, que, dans les classifications actuellement en usage, l'on serait tenté de distinguer les unes des autres à cause de la différence de nature de leurs éléments colorés, ont en réalité une composition chimique extrêmement voisine et ne doivent pas être séparées.

Il me reste à m'occuper de quelques syénites néphéliniques faisant partie de cette même série et présentant la même caractéristique chimique, avec la même abondance du microcline. Le fond de la vallée de l'Itsindra est occupé par un vaste massif de gabbro que traversent des filons de ces syénites néphéliniques; l'une à gros grain (près de Tsaratanana, en aval d'Andoatsindra) est constituée par de grandes plages de microcline, englobant des cristaux de néphéline, d'ægyrine, de biotite et de mélanite. La néphéline et le microcline sont associés comme le quartz et les feldspaths dans les pegmatites graphiques, la néphéline forme les prismes hexagonaux aplatis suivant la base et groupés en grand nombre à axes parallèles dans une même plage feldspathique. Le second type, à grain fin, est plus riche en éléments colorés; son microcline est aplati et simule des microlites; la néphéline est criblée de longues aiguilles et de petits grains d'acmite. Les analyses montrent la grande prédominance de la potasse sur la soude; ces roches offrent une analogie chimique remarquable avec les *borolanites* d'Assynt en Écosse, renfermant comme elles du

grenat mélonite et dont la forme effusive est constituée par des roches à *leucite* (leucitphonolites).

Analyses. — *Syénites à torindrikite : a.* 2[km] sud Bedihy, I(II).4'.1(2).2; *b.* Est d'Ambatofinandrahana (filon à gros grain dans *c*), I.5.1.2; *c. Idem* (grain fin), II.5.1.3; *d. Syénite à pyroxène*, Bedihy, I(II).5.I(2).2; *e. Syénite aplitique à biotite*, Andohatsindra, I(II).5.(1)2.2; *f. Microsyénite à biotite* et *microcline schillérisée*, rive gauche de l'Ivato, près Ambatofangehana, I'.'5.(1)2.2'; *g. Syénite à torindrikite*, Amparibé, II.(4)5.1.2(3); *h. Aplite syénitique à micas*, 1[km] ouest Torendrika, I(II).5.1(2).'3; *i. Aplite syénitique*, ouest d'Ifasina, II.(4)5.1.2(3); *j. Syénite à biotite et muscovite*, 3[km] sud Ambatofinandrahana, I'.5.1.3; *k. Syénite quartzifère à biotite*, sources de l'Itsindra, (I)II.(4)5.1.3; *l. Syénite quartzifère à biotite*, aval de Torendrika, II.5.1.3; *m. Minette*, nord d'Ambatofinandrahana, III.5'.2(3); *n. Syénites néphéliniques* de l'Itsindra, près Tsaratanana, 'II.6'.1'.'3; *o.* amont d'Ambinda, II.6.1.3; *p. Syénite à œgyrine et torindrikite*, entre Ambohimanatahotra et Marovoalavo, I(II).'5.'4.

	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*	*f.*	*g.*	*h.*	*i.*
SiO^2	64,98	62,68	60,98	61,72	58,42	56,98	62,30	56,48	60,72
Al^2O^3	14,48	16,71	13,67	16,02	18,92	18,80	13,00	16,73	15,89
Fe^2O^3	2,62	2,64	3,35	3,22	4,50	3,66	4,62	3,96	5,27
FeO	1,59	0,98	2,03	0,98	1,07	2,95	1,20	4,15	1,28
MgO	1,54	0,51	3,21	1,51	0,97	2,05	2,22	2,46	0,72
CaO	2,78	1,22	3,84	4,38	1,64	2,34	3,70	2,28	2,02
Na^2O	2,19	2,86	4,92	2,04	2,12	2,49	3,07	3,71	5,17
K^2O	8,11	11,21	5,65	9,59	10,60	8,11	8,05	8,26	7,87
TiO^2	0,19	tr.	1,03	0,07	0,33	0,41	0,58	0,61	0,39
P^2O^5	0,61	0,44	0,34	0,25	0,64	0,76	0,10	0,59	0,29
H^2O +	0,78	0,59	0,21	0,41	0,33	0,49	1,30	0,19	0,63
H^2O —	»	tr.	0,18	»	0,21	0,23		0,16	0,04
CO^2	»	»	0,39	»	»	0,53	»	0,67	»
	99,87	99,84	100,11 (1)	100,19	99,81	99,89 (2)	100,53 (3)	100,15 (4)	100,29

(1) Cl 0,31.
(2) F 0,09.
(3) ZrO^2 0,39.
(4) F 0,11.

	j.	k.	l.	m.	n.	o.	p.
SiO^2	61,02	60,98	63,54	48,68	52,66	54,00	65,16
Al^2O^3	17,02	15,45	14,23	12,33	20,10	18,22	15,44
Fe^2O^3	4,15	5,19	4,17	3,92	4,00	4,87	3,23
FeO	1,51	2,27	1,28	5,39	1,67	1,53	0,69
MgO	0,75	1,45	1,01	13,24	1,36	0,91	0,76
CaO	0,68	1,68	3,04	6,66	3,64	4,72	2,30
Na^2O	5,29	3,87	5,41	2,26	4,71	4,85	6,67
K^2O	7,09	6,72	6,49	4,71	10,11	9,61	5,07
TiO^2	0,76	0,61	0,58	1,16	0,54	0,66	0,51
P^2O^5	0,09	0,81	tr.	0,69	0,61	0,53	0,06
H^2O +	0,93	0,84	0,54	0,49	0,34	0,31	0,31
H^2O −	0,12	0,09	0,11	0,24	0,05	0,06	0,15
CO^2	0,45	0,34	»	0,41	»	»	»
	100,04 (1)	100,30	100,34	100,40 (2)	100,07 (3)	100,27	100,35

ASTRONOMIE. — *Corrections des signaux horaires normaux émis par le* Bureau international de l'Heure *du* 1er *janvier au* 19 *mars* 1920. Note (4) de M. G. **Bigourdan**.

La troisième conférence des Académies scientifiques alliées et associées, tenue à Bruxelles du 18 au 28 juillet 1919, a constitué le *Conseil international de Recherches*, qui a lui-même adopté diverses Unions internationales en sanctionnant leurs statuts.

Au nombre de ces Unions est l'*Union astronomique internationale*, qui a nommé dans son sein des Commissions, actuellement au nombre de 32, et dont la 31e est la *Commission internationale de l'Heure* (5); celle-ci est régie par un règlement intérieur adopté le 26 juillet 1919, en séance plénière de l'Union astronomique internationale.

Son Bureau se compose d'un Président, d'un Vice-Président et d'un Secrétaire général, élus par la Commission elle-même.

L'objet de cette 31e Commission est « l'unification de l'heure par l'envoi de signaux... »; et à cet effet on a constitué un *Bureau international de l'Heure*, établi à l'Observatoire national de Paris.

---

(1) MnO 0,20.

(2) F 0,19.

(3) CO^2 0,28.

(4) Séance du 9 août 1920.

(5) Cette 31e Commission, dont le siège est à Paris, a été ainsi constituée à Bruxelles (26 juillet 1919) : *Président :* M. R.-A. Sampson. — *Membres :* MM. B. Baillaud, G. Bigourdan, G. Celoria, F.-W. Dyson, général Ferrié, J.-A. Hoogewerff, S.-S. Hough, G. Lecointe, H. Philippot. — Depuis elle s'est adjoint M. R. M. Stewart.

Ce Bureau international de l'Heure se trouve ainsi substitué à un précédent Bureau de même nom, établi par des Conférences internationales de l'Heure tenues à Paris en 1912 et 1913, principalement par la dernière; celle-ci avait adopté, pour une « Association internationale de l'Heure », un projet de Convention et de Statuts dont la guerre de 1914 a empêché la ratification.

Cette Association devait avoir quatre organes (art. 2 du projet) :

a. L'Assemblée générale;
b. Le Conseil permanent;
c. Le Comité;
d. Le Bureau international de l'Heure.

L'Article 5 du projet de Statuts portait :

« Le Président, le Vice-Président, le Secrétaire général de l'Association internationale, ainsi que le Directeur du Bureau international sont élus en Assemblée générale.

L'organisation actuelle est plus simple, car l' « Association internationale » prévue est remplacée par une Commission, dont le Secrétaire général est en même temps Directeur du Bureau de l'Heure.

Le premier Bureau international de l'Heure, établi par les Statuts qui n'ont pas été ratifiés, a fonctionné constamment (1), même au plus fort de la guerre, sous la direction de M. B. Baillaud, qui, élu président de l'Union astronomique internationale (juillet 1919), s'est démis de ses fonctions de Directeur du Bureau; et sur sa proposition la Commission m'a désigné pour diriger le nouveau *Bureau international de l'Heure* à partir du 1er janvier 1920. C'est à ce titre que je donne ici les corrections ci-après des signaux normaux (2) émis par ce Bureau.

M. B. Baillaud me prie de dire qu'il espère publier au *Bulletin astronomique*, dès le début de 1921, un rapport général sur le service de l'Heure jusqu'au 31 décembre 1919.

Les signaux sont envoyés par l'intermédiaire du poste de radiotélé-

---

(1) L'émission de signaux radiotélégraphiques de l'heure a été établie à Paris, à la suite d'un vœu émis par le Bureau des Longitudes le 13 mai 1908; elle débuta au commencement de 1910, et a toujours fonctionné depuis comme service de l'Observatoire de Paris. Voir *Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1914, p. B.77....

(2) En vue de répondre à des besoins momentanés, ou de résoudre certaines questions spéciales, l'ancien et le nouveau Bureau de l'Heure ont souvent émis provisoirement d'autres signaux. En ce moment le Bureau envoie, depuis le 7 avril 1920, et en émissions musicales, des signaux scientifiques provisoires vers $10^h.30^m$ et vers $23^h.0^m$.

graphie militaire [1] établi en sous-sol, au Champ de Mars, près de la Tour Eiffel, qui lui sert de porte-antenne.

Voici les heures de ces signaux normaux actuels, en temps moyen civil de Greenwich, *le seul employé ici*, sauf avis contraire.

Matin .	$9^h55^m55^s$ à $10^h0^m0^s$	Signaux ordinaires, entièrement automatiques.
	10^h44^m à 10^h49^m	Signaux ordinaires, partiellement automatiques.
Soir . . .	Vers 23^h30^m	Signaux scientifiques ou rythmés.
	23^h44^m à 23^h49^m	Signaux ordinaires, partiellement automatiques.

On voit que ces signaux sont de deux espèces : les signaux dits *ordinaires* et les signaux *scientifiques* ou rythmés.

Les premiers furent d'abord les seuls que l'on eût en vue ; ils étaient destinés, comme aujourd'hui, à « répondre aux besoins de la navigation, de la météorologie, de la sismologie, des chemins de fer, postes et télégraphes, des administrations publiques, horlogers, particuliers, etc. » ; les seconds sont destinés à donner l'heure avec toute la précision dont sa détermination même est susceptible dans les observatoires les mieux outillés.

Les signaux ordinaires dont les uns sont entièrement automatiques, tandis que les autres ne le sont que partiellement. Les signaux scientifiques sont tous donnés automatiquement.

Les signaux ordinaires entièrement automatiques sont commandés par des appareils spéciaux (appareil Belin — appareil Brillié-Leroy), placés au Bureau de l'Heure qui veille à leur réglage. La commande des émissions se fait électriquement, par le moyen de fils souterrains reliant l'Observatoire au poste de T. S. F. du Champ-de-Mars.

Dans les signaux ordinaires partiellement automatiques, la plupart des signaux sont donnés à la main, comme pour avertir, et l'on ne doit regarder comme signaux horaires proprement dits que ceux de

$$45^m0^s,0 - 47^m0^s,0 - 49^m0^s,0 :$$

ce sont les seuls commandés automatiquement par une pendule (1116 Leroy, t. moyen), placée dans le Bureau de l'Heure à l'Observatoire et mise à l'heure exacte, fournie par la pendule sidérale 1185 Leroy fréquemment comparée à la pendule directrice des caves.

Dans des cas fort rares il se produit des écarts accidentels qui ne sont pas le fait du Bureau et qui sont indiqués par des Notes ; les

---

[1] Ce poste de radiotélégraphie militaire est sous les ordres de M. le commandant Jullien. Il a été longtemps dirigé par M. le Colonel Ferrié, aujourd'hui Général, qui a eu une très grande part dans l'organisation et le fonctionnement des services horaires radiotélégraphiques.

corrections nécessitées par ces écarts s'ajoutent à celles du Tableau II.

Enfin les signaux scientifiques sont émis d'une manière continue pendant 5 minutes environ, et sont commandés par une pendule (¹), de sorte qu'ils sont bien réguliers ou *rythmés*, ce qui permet leur observation très précise par la méthode des coïncidences (²).

A cet effet, au lieu de les espacer exactement de 1 seconde, on leur donne un intervalle bien régulier, de 1^s *moins* $1^s/50$ à très peu près, de sorte que, si on les écoute en même temps que les battements d'une pendule à secondes de temps moyen, il se produit une coïncidence chaque 50 secondes environ; c'est de ces coïncidences que l'on déduit l'heure très exacte.

Ces signaux scientifiques sont émis, nous l'avons dit, pendant 5 minutes, ce qui comporte 300 battements ou tops; pour faciliter le comptage, on supprime les tops 60, 120, 180 et 240.

Ces battements sont entendus à de grandes distances; ils sont écoutés (³) aussi au Bureau de l'Heure, comparativement avec ceux d'une pendule de temps moyen (⁴) qui est très sensiblement à l'heure et dont on connaît la correction exacte. Les coïncidences étant observées, on peut déterminer l'heure précise de chaque top, et en particulier les heures du premier et du dernier (300ᵉ).

Ce sont ces heures qui sont télégraphiées par T. S. F. aussitôt après la fin des signaux ordinaires partiellement automatiques de $23^h 44^m - 23^h 49^m$, sous la forme d'un groupe conventionnel de six chiffres.

Tous les signaux émis par le Bureau de l'Heure sont basés sur une heure *extrapolée*, qui généralement devra donc être corrigée dans la suite. Cette heure extrapolée est calculée au moyen des corrections de pendule C_p obte-

(¹) Cette pendule est placée à la Station radiotélégraphique du Champ-de-Mars.

(²) Pour plus de détails, voir la brochure publiée par le Bureau des Longitudes sous ce titre : *Réception des signaux radiotélégraphiques transmis par la Tour Eiffel*, 2ᵉ édition, Paris, 1913.

(³) Depuis quelque temps, un Service d'étude établi à l'Observatoire de Paris procède à l'*enregistrement* de tous les signaux horaires, tant de ceux de Paris que des autres centres d'émission. Ce Service d'étude sera prochainement fondu dans le Bureau international de l'Heure.

(⁴) C'est la même 1116 Leroy, celle qui commande automatiquement les trois signaux horaires de $45^m 0^s,0 - 47^m 0^s,0 - 49^m 0^s,0$ des signaux partiellement automatiques. En réalité, depuis le 7 avril 1920, après les signaux ordinaires partiellement automatiques de $10^h 44^m - 10^h 49^m$, le Bureau, envoie les heures des tops 1 et 300 des signaux scientifiques provisoires de $10^h 30^m$; et après les mêmes signaux de $23^h 44^m - 23^h 49^m$, il envoie deux groupes de chiffres (au lieu d'un comme il est dit dans le texte), l'un précédé de ML (émission musicale, pour les signaux provisoires de 23^h), l'autre de RF (émission ronflée pour les signaux scientifiques normaux de $23^h 30^m$).

nues antérieurement à l'Observatoire de Paris, et des marches des pendules garde-temps du Bureau de l'Heure, déduites aussi des mêmes C_p antérieurs.

Ce sont ces corrections de l'heure extrapolée que nous allons donner, en nous basant uniquement sur les C_p de l'Observatoire de Paris.

Par suite nos corrections pourront subir plus tard de très légères modifications pour deux raisons :

1° parce que la réduction définitive des observations d'heure de Paris pourra donner des C_p très légèrement différents ;

2° parce que d'autres modifications, très légères aussi, pourront être indiquées par les déterminations d'heure faites dans d'autres Observatoires de longitude bien connue, ayant à la fois reçu nos signaux et déterminé l'heure (¹).

C'est sous le bénéfice de ces réserves que sont communiquées les corrections ci-après.

Il n'y a pas lieu de donner les corrections des signaux ordinaires entièrement automatiques ($9^h56^m - 9^h59^m$) dont la précision varie légèrement d'un signal à l'autre d'après la perfection des appareils émetteurs spéciaux; le Bureau se borne à constater que leur correction est inférieure à $\frac{1}{4}$ de seconde, ainsi qu'on l'avait demandé d'abord.

Les seules corrections que nous ayons à donner sont donc :

1° celles des signaux ordinaires partiellement automatiques du matin et du soir (tops de $45^m 0^s,0$ — $47^m 0^s,0$ — $49^m 0^s,0$). Voir Tableau II ci-après. Celles du soir sont généralement identiques aux corrections des signaux scientifiques (Tableau III) : les différences proviennent de petites erreurs de calcul sur l'heure des battements 1 ou 300 en temps de Greenwich, au moyen des coïncidences observées;

2° celles des tops 1 et 300 des signaux scientifiques (²). Voir Tableaux III ci-après.

Les exemples suivants préciseront au besoin le sens des signes.

Tableau II : *Signaux ordinaires partiellement automatiques.* — Jeudi 1er janvier matin (1,4); *correction* $= -0^s,19$. Cela signifie que l'interruption produite par la pendule 1116 Leroy t. moyen a eu lieu $0^s,19$ trop tôt c'est-à-dire à $59^s,81$.

Tableau III : *Signaux scientifiques* de $23^h 30^m$; même jour janv. 1,9. *Correction* $= -0^s,20$). — Les heures télégraphiées sont en avance de $0^s,20$ sur le temps moyen de Greenwich, et par suite exigent la correction $-0^s,20$. Les heures exactes des battements 1 et 300 sont donc $23^h 29^m 31^s,64$ et $23^h 34^m 24^s,73$.

(¹) L'Observatoire de Greenwich vient de publier les résultats fournis par la réception d'un certain nombre de nos signaux. Voir *Month. Not.*, vol. 80, p. 648.

(²) La correction d'un seul des tops, le premier ou le dernier, serait évidemment insuffisante parce que l'intervalle des tops, qui est théoriquement de $1^s - 1^s/50$, varie légèrement d'un jour à l'autre.

TABLEAU I.

Corrections de la pendule directrice des Caves, etc.

Le 19 mars, à $9^h 15^m$, on a changé de pendule directrice.

Le service de la détermination de l'heure a pour chef M. Simonin. Les observations ont été faites par M. Viennet (V), astronome adjoint et par M. Derivière (D), stagiaire.

Les indications contenues dans les 5 colonnes de ce Tableau I sont les suivantes :

1. Dates et jours de la semaine.
2. C_p. Corrections obtenues à divers instruments méridiens et communiquées par M. B. Baillaud, Directeur de l'Observatoire; elles sont ramenées au méridien du Grand Cercle méridien.
3. T. sid. Heure sidérale locale pour laquelle sont données les C_p.
4. Obs^rs. Initiales des noms des observateurs.
5. C'_p. Corrections de pendule adoptées, ramenées au méridien de Greenwich — en prenant $9^m 21^s,04$ pour la différence de longitude avec le Grand Cercle méridien — et ramenées aussi à $21^h 36^m$ t. m. civil; enfin on a tenu compte des marches de divers garde-temps, ce qui a conduit à modifier légèrement C_p.

1920.	C_p.	T. sid.	Obs^rs.	C'_p.
	s	h		s
Janv. 2 ♀...	—9,98	2,1	D, V	—31,06
14 ☿...	14,44	4,1	D, V	35,50
16 ♀...	15,21	3,2	D, V	36,25
17 ♄...	15,52	3,2	D, V	36,62
21 ☿...	17,02	3,2	D, V	38,11
22 ♃...	17,42	3,4	D, V	38,49
23 ♀...	17,83	3,4	D	38,86
29 ♃...	19,99	4,4	D, V	41,12
Fév. 1 ☉...	21,16	2,6	D	42,26
2 ☾...	21,55	4,0	D, V	42,64
3 ♂...	21,91	4,3	D, V	43,01
5 ♃...	22,69	3,1	D	43,77
6 ♀...	23,07	4,3	D, V	44,15
7 ♄...	23,49	4,8	D, V	44,53
8 ☉...	23,89	3,6	D	44,90
11 ☿...	24,95	5,4	D, V	46,04
15 ☉...	—26,41	4,4	D	—47,51
Fév. 16 ☾...	—26,87	4,7	D, V	—47,93
17 ♂...	27,21	4,8	D, V	48,31
19 ♃...	28,00	4,8	D, V	49,08
23 ☾...	29,66	5,3	V	50,74
24 ♂...	30,06	4,8	D, V	51,15
28 ♄...	31,71	5,5	D, V	52,79
29 ☉...	32,12	4,9	D	53,21
Mars 1 ☾...	32,53	5,1	D, V	53,62
2 ♂...	32,93	5,9	V	54,01
3 ☿...	33,35	6,7	D, V	54,42
4 ♃...	33,75	6,0	D, V	54,83
5 ♀...	34,22	6,0	D	55,20
8 ☾...	35,24	6,5	D, V	56,32
12 ♀...	36,62	7,7	D, V	57,68
15 ☾...	37,67	7,4	D, V	58,74
16 ♂...	—38,04	8,0	D, V	—59,10

Nous donnerons prochainement les corrections des signaux.

BOTANIQUE. — *Sur la membrane de quelques Algues floridées et sur la gélation de l'hydrosol gélosique.* Note [1] de M. C. SAUVAGEAU.

Les Floridées indigènes utilisables comme source de gélose peuvent se diviser en deux catégories : les unes du type *Chondrus*, les autres du type *Gelidium;* pour que le sol des premières se prenne en masse par le refroidissement, il faut, semble-t-il, une énorme quantité de micelles, tandis qu'une minime quantité suffit au sol des secondes [2]. Chez toutes, la membrane possède la constitution celluloso-pectique et le mucilage est dû à la gélification de ses parties pectiques, mais la membrane des espèces du type *Gelidium* renferme, en outre, un élément colorable en violet par l'iode (I, 1; KI, 2; H^2O, 200) que, pour éviter des périphrases, je désigne ici du vieux nom d'*amyloïde ;* cette coloration est instantanée; elle disparaît aussi vite dans l'eau, pour reparaître de nouveau par l'iode; la réaction est aussi nette sur des échantillons secs que sur des plantes fraîches. Déjà Thuret et Bornet (*Gracilaria*), A. Hansen (*Gracilaria*), Kolkwitz (*Laurencia*), Henckel (*Cystoclonium*) ont vu l'iode colorer certaines membranes, mais cette mention, faite incidemment, n'a guère attiré l'attention.

L'iode teint la cuticule et les assises périphériques du *Gel. sesquipedale* en jaune, les fibres en jaune plus pâle et la majeure partie de la substance intercellulaire corticale et médullaire en violet brun foncé; quand la paroi propre des cellules médullaires est épaisse et stratifiée, elle se colore aussi en violet. L'acide sulfurique décolore le tout, puis gonfle brusquement la substance intercellulaire, colore les fibres et les membranes propres en bleu. Les colorants pectiques teignent toute la substance intercellulaire, mais inégalement, et les points les plus foncés ne sont pas ceux que l'iode colore le mieux. Les colorants cellulosiques teignent plus lentement les fibres que les parois propres. Le liquide cupro-ammoniacal exalte tout d'abord la colorabilité de l'amyloïde; son action, même prolongée, ne dissout pas les fibres, et ne dissout que partiellement la cellulose des parois propres.

La cuisson diminue la consistance du *Gelidium* sans changer sa forme. Le mucilage filtre à travers les assises périphériques et la cuticule; il est dû

---

[1] Séance du 27 septembre 1920.

[2] C. SAUVAGEAU, *Sur des Algues marines floridées indigènes pouvant fournir de la gélose* (*Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 566.)

entièrement aux composés pectiques entraînant l'amyloïde. L'iode colore en violet plus rouge la substance intercellulaire d'une plante simplement ébouillantée. Dès le début de la cuisson, un peu de substance intercellulaire suinte dans les cellules; les gouttes suintées ne fixent plus les réactifs pectiques, mais l'iode les colore en violet rouge; l'iode et les réactifs pectiques teignent la substance intercellulaire plus uniformément qu'avant; les fibres ne se colorent plus en jaune par l'iode et les parois propres restent incolores. Par une ébullition plus longue, la substance intercellulaire suinte plus abondamment, remplit la lumière des cellules, puis filtre au dehors; des dislocations intercellulaires apparaissent, et les lacunes se remplissent aussi de gelée colorable en violet. La portion de la substance intercellulaire qui est restée en place se colore encore par l'iode, mais non plus par les réactifs pectiques, hormis une mince pellicule au pourtour des cellules. L'acide sulfurique décolore le tout, puis bleuit les fibres et les parois propres comme avant l'ébullition. Une plante chauffée sept fois à 120° dans de l'eau renouvelée, ayant fourni chaque fois un sol gelable en masse, était une sorte de sac formé par la cuticule et par les assises périphériques dans lequel gisaient les fibres et les cellules dissociées, intactes, mais vidées du mucilage antérieurement suinté. L'hydrosol pectique filtre donc, chargé d'amyloïde, à travers les parois cellulaires, comme ferait la solution d'un cristalloïde. Les *Gel. attenuatum, cartilagineum, crinale, latifolium, annosum, pusillum, Pterocladia capillacea,* se comportent comme le *Gel. sesquivedale* avec des variantes de détail.

Le *Gracilaria confervoides* possède de très grandes cellules médullaires et manque de fibres. Il se comporte vis-à-vis de l'iode et de l'acide sulfurique à peu près comme les *Gelidium* et le réactif cupro-ammoniacal ne dissout pas non plus toute sa cellulose. La paroi sous-cuticulaire, que l'iode colore en violet brun, se gonfle rapidement par la cuisson, soulève et déchire la cuticule; la filtration du sol pectique, chargé d'amyloïde, s'effectue à travers les assises périphériques qui restent liées entre elles et constituent une sorte d'étui entourant les cellules médullaires plus ou moins dissociées. Cinq autres espèces, examinées sur des fragments d'herbier : *Gr. multipartita, dura, Curtissiæ, cervicornis* et *lichenoides,* présentent avec l'iode les mêmes réactions que le *Gr. confervoides* à quelques variantes près.

L'*Ahnfeltia plicata* comprend une écorce formée de très petites cellules régulièrement disposées et une moelle qui a l'aspect d'un tissu scléreux. Bien que son gel et sa phycocolle réagissent par l'iode comme ceux des *Gelidium* et *Gracilaria,* les réactions histo-chimiques diffèrent.

A la base des brins, l'iode jaunit toute la substance intercellulaire et une partie des parois propres; l'acide sulfurique ne colore pas la substance intercellulaire et bleuit les parois propres; fait curieux, les colorants pectiques se fixent uniquement sur les parois propres. Mais, après l'eau de Javel, tout change; les réactifs pectiques colorent uniquement, et avec intensité, toute la substance intercellulaire; l'iode teint celle-ci, et aussi quelques parois propres médullaires, en violet brun; l'acide sulfurique fait virer pendant un instant au rouge brun tout ce qui était violet, puis le décolore, et enfin les parois propres bleuissent. L'eau de Javel détruit donc ou dissout la substance qui masque l'amyloïde, ou bien transforme partiellement les composés pectiques en amyloïde.

Au niveau où un anneau cortical unique, mais d'épaisseur définitive, entoure la moelle, les colorants pectiques se fixent seulement sur la substance intercellulaire; l'iode jaunit toute celle-ci, tandis que la plupart des parois propres médullaires prennent une teinte violet pâle. Après l'eau de Javel, toute la substance intercellulaire se colore en violet brun et la plupart des parois propres médullaires restent incolores. En mettant en évidence l'amyloïde intercellulaire, l'eau de Javel a donc fait disparaître une partie de l'amyloïde des parois propres.

A 1^{cm} du sommet des mêmes brins, l'iode colore directement toutes les parois en violet très pâle, hormis la paroi sous-cuticulaire; après l'eau de Javel, le violet, un peu plus intense et rougeâtre, s'étend sur la paroi sous-cuticulaire; l'amyloïde y imprègne donc uniformément la membrane celluloso-pectique et la modification qui le masquera n'a pas encore paru ou est incomplète.

Chez les *Porphyra laciniata* et *P. leucosticta*, Algues rouges sans cellulose, l'iode colore fortement en violet rouge la lamelle moyenne et ses épaississements dans la majeure partie de la base rhizoïdifère; il agit de même tout autour d'une cellule morte et au pourtour des solutions de continuité (morsures de mollusques, nécroses plus étendues, etc.), comme si une relation existait entre la réparation cellulaire et l'apparition de l'amyloïde. Cela est facile à reproduire expérimentalement.

Parmi les espèces du groupe *Chondrus*, citées dans ma précédente Note, seul l'*Hypnea* conserve sa forme après la cuisson; des ramules se détachent au ras du rameau, sans endommager l'assise périphérique qui constitue la membrane perméable au mucilage. Or, l'iode ne colore rien en violet; l'acide sulfurique donne une teinte brun rougeâtre à l'ensemble des parois médullaires; bientôt, une lamelle moyenne incolore se dessine, puis se

gonfle, tandis que les parois propres se décolorent à leur tour pour ensuite bleuir.

Les *Laurencia pinnatifida* et *L. hybrida*, avec lesquels je n'ai pas obtenu de gel, se comportent de façon inconstante selon les individus, ou même les différents points d'un même individu. Tantôt les membranes réagissent directement par l'iode comme chez les *Gelidium*, tantôt seulement après l'acide sulfurique, comme chez l'*Hypnea*. Cet amyloïde est donc une modification localisée ou généralisée des composés pectiques, qui s'effectue sous une influence non déterminée, et que l'acide sulfurique est capable d'imiter.

La présence de l'amyloïde chez les espèces dont les sols se prennent en masse par le refroidissement n'est peut-être qu'une coïncidence; néanmoins, j'ai cru bon de la signaler; la connaissance de ce fait facilitera peut-être l'explication du phénomène de la prise en masse des colloïdes.

ÉLECTIONS.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à désigner deux de ses membres qui devront occuper, dans le *Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique*, les places vacantes par suite de l'expiration des pouvoirs de MM. *C. Jordan* et *H. Le Chatelier*, membres sortants, rééligibles.

MM. **C. Jordan** et **H. Le Chatelier** sont réélus par l'unanimité des 39 suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Leçons de Thermodynamique et de Chimie physique*, par Th. de Donder. Première Partie : *Théorie*. (Présenté par M. H. Le Chatelier.)

2° *Bibliographie des travaux scientifiques de M. Adolphe Carnot*, par D. Sidersky.

M. F. **Heymans** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination des fonctions de Green.* Note de M. **Maurice Gevrey**.

Étant donnée une équation aux dérivées partielles à caractéristiques imaginaires, la résolution d'un problème aux limites au moyen d'une fonction de Green, ou d'une fonction analogue (fonction de Neumann par exemple), exige *deux opérations :* 1° calcul de la *solution fondamentale* de l'équation adjointe; 2° calcul de la *fonction de Green* relative au contour portant les données.

Le premier problème a été traité notamment par MM. Hadamard (*Annales de l'École Normale*, 1904-1905) et E.-E. Levi (*Rendiconti di Palermo*, 1907). Le second problème n'est autre qu'un problème aux limites du type même de celui qu'on s'est proposé au début : il se résoudra donc par une méthode de calcul qui permettrait directement d'avoir la solution cherchée. Toutefois, ce dernier calcul varierait avec les données, tandis que la détermination d'une fonction de Green, pour une équation donnée, ne dépend que du contour.

Il y aurait donc avantage à obtenir la fonction de Green *au moyen d'une seule opération :* c'est ce que nous allons nous proposer, en nous bornant, dans cette première Note, aux équations du type elliptique du second ordre et au cas où l'on se donne la valeur de la fonction inconnue sur la frontière d'un domaine D borné (problème *intérieur* de Dirichlet généralisé).

I. *Équations à deux variables.* — Quand la frontière C est un cercle de rayon R, la fonction de Green relative à l'équation de Laplace $\Delta u = 0$ est

$$G(\Pi, P) = \mathcal{L}\sqrt{1 + \frac{d\delta}{r^2}\,\frac{(2R-d)(2R-\delta)}{R^2}}, \tag{1}$$

d et δ étant les plus courtes distances des points P et Π à C ($r = P\Pi$).

Soit maintenant l'équation

$$\Delta u + a\frac{\partial u}{\partial x} + b\frac{\partial u}{\partial y} + cu + f = 0, \tag{2}$$

les coefficients étant fonctions de x, y et le contour C, portant les données, étant quelconque. Pour déterminer la fonction de Green $\mathcal{G}(\Pi, P)$, solution de l'équation adjointe relativement au point Π, nous utiliserons la fonction [1]

$$V(\Pi, P) = \mathcal{L}\frac{\sqrt{r^2+4d\delta}}{r}$$

et nous mettrons $\mathcal{G}$ sous la forme (cf. Levi, *loc. cit.*)

$$\mathcal{G}(\Pi, P) = V(\Pi, P) + \iint_D V(\Pi, M)\,\varphi(M, P)\,d\omega_M, \tag{3}$$

$d\omega_M$ étant l'élément du domaine D entourant M, et φ une fonction inconnue que nous obtiendrons en écrivant que $\mathcal{G}$ est solution de l'adjointe. Nous trouvons ainsi une équation de la forme

$$\varphi(\Pi, P) + \iint_D K(\Pi, M)\,\varphi(M, P)\,d\omega_M = \psi(\Pi, P), \tag{4}$$

ψ et K étant des fonctions connues qui deviennent infinies comme $\frac{1}{\Pi M}$ et $\frac{1}{MP}$. La détermination de φ se ramènera donc, au moyen d'itérations, à la résolution d'une *équation de Fredholm* du type classique.

La méthode suppose que le contour C, qui peut se composer de plusieurs courbes fermées, possède en chaque point une courbure finie, mais il peut admettre des points anguleux à tangentes distinctes; les points de rebroussement nécessitent un examen spécial. On peut également remplacer d (et δ) par une fonction h, infiniment petite avec d et telle que

$$\left(\frac{\partial h}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial h}{\partial y}\right)^2 = 1$$

sur C; ainsi, si C a pour équation $f(x, y) = 0$ (courbe algébrique par exemple), on posera

$$h = \frac{f(x, y)}{\sqrt{f'^2_x + f'^2_y}} \quad (^2).$$

([1]) Il suffit que V ait cette forme quand Π et P sont dans le voisinage de S [de même pour (6)].

([2]) Quand C est un cercle, on remplace V par la fonction (1). Une représentation conforme permettrait d'ailleurs de transformer la frontière en un cercle (ce qui n'exige pas l'existence de la courbure), mais il ne serait alors pas plus long, pour résoudre le problème de Dirichlet relatif à (2), de déterminer la fonction de Green

II. *Équations à n variables.* — Soit l'équation

$$(5)\qquad \sum a_{ik}\frac{\partial^2 u}{\partial x_i\,\partial x_k}+\sum b_i\frac{\partial u}{\partial x_i}+cu+f=0 \qquad (a_{ik}=a_{ki}),$$

où les coefficients sont fonctions de $x_1, x_2, \ldots, x_n$. Nous supposons la forme $\Sigma a_{ik}X_iX_k$ définie et positive pour tous les points $(x_1, \ldots, x_n)$ d'un domaine D et nous voulons obtenir la fonction de Green $\mathcal{G}(\Pi, P)$, solution de l'adjointe par rapport à $\Pi(\xi_1, \ldots, \xi_n)$ et relative à la frontière S de D. Pour cela nous poserons

$$\mathfrak{I}(\Pi, P)=\Sigma A_{ik}(x_1, \ldots, x_n)(\xi_i-x_i)(\xi_k-x_k),$$

A_{ik} étant le mineur de a_{ik} dans le déterminant des a_{ik}, divisé par ce déterminant. Soit alors

$$(6)\qquad V(\Pi, P)=\mathfrak{I}^{1-\frac{n}{2}}-(\mathfrak{I}+4s\sigma)^{1-\frac{n}{2}},$$

σ^2 étant le minimum de la fonction $\Sigma A_{ik}(\xi_i-x'_i)(\xi_k-x'_k)$ quand Π reste fixe et que le point $P'(x'_1, \ldots, x'_n)$ varie sur S, et s^2 la quantité analogue relative à P. La fonction de Green aura encore la forme (3), V étant cette fois donnée par (6), et φ *sera solution d'une équation telle que* (4), où figurera une intégrale n-uple; des itérations nous ramèneront encore au cas d'un noyau fini.

Relativement aux coefficients de l'équation (5), la méthode suppose, outre l'existence de leurs dérivées figurant dans l'adjointe, qu'ils admettent relativement à $x_1, \ldots, x_n$ des accroissements d'ordre non nul. On peut d'ailleurs dans $\mathfrak{I}$ remplacer $A_{ik}(x_1, \ldots, x_n)$ par $A_{ik}(\xi_1, \ldots, \xi_n)$, si les a_{ik} admettent toutes leurs dérivées secondes. Quant à S, ses deux courbures principales en chaque point sont supposées finies. Enfin s (ou σ) peut désigner une fonction infiniment petite avec d, distance de P à S, et telle que la fonction $F(s)=\Sigma a_{ik}s'_{x_i}s'_{x_k}$ soit égale à *un* sur S. Si S ou une portion de S a pour équation $f(x_1, \ldots, x_n)=0$ (cas des surfaces algébriques), on posera $s=fF(f)^{-\frac{1}{2}}$, même si S admet des points coniques.

La méthode précédente s'applique aussi à l'équation linéaire à deux variables sous sa forme générale, quand on ne veut pas la ramener à la forme (2), ce qui exige un changement de variables revenant à la détermination de solutions particulières de l'équation proposée.

---

relative à C et à $\Delta u=0$ et d'employer soit les méthodes classiques, soit celle que j'ai indiquée dans les *Annales de l'École Normale* (1918, p. 148) et qui réduit au minimum les hypothèses sur les données et les coefficients.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques théorèmes de M. Rémoundos.* Note [1] de M. **Théodore Varopoulos**, transmise par M. Hadamard.

1. Dans une Note importante récemment publiée dans les *Comptes rendus* [2], M. Rémoundos a communiqué des résultats nouveaux sur les fonctions croissantes et les fonctions entières qui complètent en certains points de vue des théorèmes bien connus. A la suite du cours supérieur professé cette année à l'Université nationale d'Athènes sur ces sujets par M. Rémoundos, je suis arrivé à compléter, sur certains points, ses résultats.

J'ai obtenu les théorèmes suivants :

I. *Si* M(r) *désigne une fonction croissante quelconque, j'établis l'inégalité*

$$(1) \qquad M'(r) < M(r)\log M(r)\log_2 M(r)\ldots\log_{\nu-1} M(r)\,[\log_\nu M(r)]^{1+\delta}$$

(où δ est positif quelconque) satisfaite à partir d'une valeur de r, *sauf quelques intervalles exceptionnels d'étendue négligeable inférieure à*

$$\frac{1}{[\log_\nu M(r)]^a},$$

a étant positif quelconque, et ν aussi grand que l'on veut mais fixe.

L'inégalité (1) est évidemment plus avantageuse que l'inégalité

$$M'(r) < M(r)\,[\log M(r)]^{1+\delta}$$

donnée dans sa Note par M. Rémoundos, qui est un cas particulier de la nôtre (1) correspondant à la valeur $\nu = 1$.

II. *Soit une fonction entière*

$$f(z) = a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + \ldots + a_n z^n + \ldots.$$

Si nous avons

$$|a_n| r^n < \mu(r),$$

le module maximum $m_1(r)$ de la dérivée $f'(z)$ satisfait à l'inégalité

$$(2) \qquad m_1(r) < \mu(r)\log\mu(r)\ldots\log_{\nu-1}\mu(r)\,[\log_\nu\mu(r)]^{1+\delta}\,[q(r)]^{1+\eta},$$

où δ et η sont positifs quelconques, ν aussi grand que l'on veut mais fixe,

---

(1) Séance du 13 septembre 1920.

(2) G. Rémoundos, *Sur les fonctions croissantes et les fonctions entières*, t. 170, 1920, p. 829.

et $q(r)$ est la fonction de M. Rémoundos, dont il se sert dans sa Note citée plus haut.

S'il y a des intervalles exceptionnels, leur étendue totale est négligeable.

L'inégalité (2) est plus avantageuse que l'inégalité correspondante de M. Rémoundos.

III. *Enfin je réussis à remplacer l'inégalité* (2) *par la suivante :*

$$m_1(r) < \mu(r)[q(r)]^{1+\delta} \quad (\delta > 0 \text{ quelconque}),$$

dans laquelle ne figurent plus les facteurs logarithmiques.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Généralisation d'un théorème de M. Leau relatif à la recherche des points singuliers d'une fonction définie par une série de Taylor.* Note de M. **J. Soula**, présentée par M. Hadamard.

1. Soit la fonction $\varphi(t) = \sum_0^\infty a_n t^n$ qui, dans le plan de la variable t, n'a pas d'autre singularité à distance finie que $t = 1$, étant entendu que les chemins suivis pour effectuer le prolongement analytique ne font le tour d'aucun point singulier. Je suppose de plus qu'il existe un exposant positif k inférieur à 1, tel que $(1-t)^k\varphi(t)$ garde un module borné au voisinage de $t = 1$.

M. Leau a montré (¹), comme conséquence du théorème de M. Hadamard sur la multiplication des singularités, que la fonction $\sum g(a_n)t^n$ n'a que le point singulier 1 à distance finie si $g(u)$ est fonction entière de u.

On peut démontrer que le résultat subsiste si $g(u)$ est fonction holomorphe de u pour $u = 0$ et pour $u = a_n (n = 1, 2, \ldots)$.

Pour faire la démonstration, j'emploie un procédé indiqué (²) par M. Borel. Je considère un contour σ contenant à son intérieur les points a_n et l'origine, qui dans le cas actuel est leur seul point limite. Je démontre que, si le point u parcourt σ, la fonction

$$\Phi(t, u) = \sum \frac{t^n}{u - a_n}$$

(¹) Leau, *Bull. Soc. math. de France*, t. 26, p. 267.

(²) Borel, *Comptes rendus*, t. 127, 1898, p. 1001.

n'a pas d'autre point singulier en t, que $t = 1$. De plus, si t reste dans un domaine D borné, ne faisant pas le tour du point 1 et dont tous les points sont à une distance du point 1 supérieure à une quantité fixe, le module de $\Phi(t, u)$ admet une borne qui ne dépend ni de t, ni de u. Le mode de démonstration de M. Montel [1] permet alors de voir que, si t fait partie de D,

$$F(t) = \frac{1}{2i\pi}\int_\sigma \Phi(t, u)\, g(u)\, du$$

représente une fonction holomorphe de t, si $g(u)$ est holomorphe sur σ et à l'intérieur de ce contour. Or le développement de $F(t)$ à l'origine est

$$F(t) = \sum_0^\infty g(a_n)\, t^n.$$

2. J'indique rapidement comment on peut établir la proposition relative à $\Phi(t, u)$ dont je viens de me servir. Je considère les fonctions

$$\varphi_1(t) = \varphi(t), \qquad \varphi_2(t) = \sum_0^\infty a_n^2 t^n; \qquad \varphi_p(t) = \sum_{n=0}^\infty a_n^p t^n,$$

et aussi

$$\psi(t, \lambda) = \varphi(t) + 2i\pi\lambda\varphi_2(t) + \ldots + (2i\pi\lambda)^{p+1}\varphi_p(t) + \ldots.$$

Si $|t| < 1$, on a

$$\Phi(t, u) = \frac{1}{u^2}\psi\left(t, \frac{1}{u}\right) + \frac{1}{u}\,\frac{1}{1-t}.$$

La démonstration est donc ramenée à l'étude de $\psi(t, \lambda)$.

Pour faire cette étude, je considère un contour (C) fermé, entourant l'origine et convenablement choisi. Deux points x et y parcourent C. La fonction $\frac{1}{y}\varphi\left(\frac{x}{y}\right)$ peut être envisagée comme un noyau de Fredholm, et à l'aide de la formule de Parseval je démontre que l'intégrale

$$\int_C \frac{1}{z}\varphi\left(\frac{x}{z}\right)\cdot\frac{1}{y}\varphi\left(\frac{z}{y}\right) dz$$

existe et est égale à $\frac{2i\pi}{y}\varphi_2\left(\frac{x}{y}\right)$. De même, le $n^{\text{ième}}$ noyau itéré de $\frac{1}{y}\varphi\left(\frac{x}{y}\right)$ est $\frac{(2i\pi)^n}{y}\varphi_{n+1}\left(\frac{x}{y}\right)$.

---

(1) Montel, *Leçons sur les séries de polynomes*, p. 17.

Ceci permet de considérer $\frac{1}{y}\psi\left(\frac{x}{y}, \lambda\right)$ comme le noyau résolvant de $\frac{1}{y}\varphi\left(\frac{x}{y}\right)$ et les théorèmes de Fredholm permettent de trouver une borne de $\psi\left(\frac{x}{y}, \lambda\right)$. Par un choix convenable de C, on peut s'arranger pour que $t = \frac{x}{y}$ parcoure un domaine aussi étendu qu'on le veut quand x et y parcourent C et c'est ainsi que l'on obtient un domaine D qui peut comprendre tout plan du point autre que 1, où $\psi(t, \lambda)$ est bornée et holomorphe.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur les équations intrinsèques du mouvement d'un corps solide.* Note de M. **An. Bilimovitch**, présentée par M. Appell.

Nous désignerons par (A, B), [A, B] les produits scalaire et vectoriel des vecteurs A et B. Posons B = u, où u est un ort, c'est-à-dire un vecteur de longueur unité. En différentiant (A, u) nous recevrons la formule suivante :

$$\dot{A}\cos(\dot{A}, u) = \frac{d}{dt}(A, u) - (A, \dot{u})$$

pour la projection d'une dérivée géométrique $\dot{A}$ sur une direction, en général variable, donnée par son ort u.

Les théorèmes de la quantité de mouvement et du moment des quantités de mouvement dans le cas où ce moment est pris autour d'un point mobile M s'expriment par les égalités géométriques suivantes :

$$\dot{M} = F + R, \qquad S^{(M)} + [v_{(M)}, M] = L^{(M)} + \Lambda^{(M)},$$

où M est la quantité de mouvement d'un système matériel, $G^{(M)}$ le moment des quantités de mouvement autour du point M, $v_{(M)}$ la vitesse de ce point, F et R les sommes géométriques des forces et des réactions, $L^{(M)}$ et $\Lambda^{(M)}$ les moments des forces et des réactions autour du même point M.

Des équations géométriques en projetant sur quelque direction u, en général variable, nous recevrons les équations scalaires :

$$\frac{d}{dt}(M, u) - (M, \dot{u}) = (F, u) + (R, u),$$

$$\frac{d}{dt}(G^{(M)}, u) - (G^{(M)}, \dot{u}) + ([v_M, M], u) = (L^{(M)}, u) + (\Lambda^{(M)}, u).$$

Si l'ort u prend trois valeurs u_1, u_2, u_3 non complanaires, alors six éga-

lités scalaires sont les équations du mouvement d'un corps solide par rapport à un trièdre arbitraire Mu_1, u_2, u_3.

Dans ce qui suit nous utiliserons un principe général de la construction des axes u_1, u_2, u_3. Prenons quelque direction *variable* u et posons $u_1 = u$; l'axe u_2 (dirigeons sur la direction de la dérivée géométrique $\dot{u}$), qui est toujours orthogonal à u_1, donc $u_2 = (\overline{\dot{u}})^{-1} \dot{u}$, où $\overline{\dot{u}}$ est égale à la longueur du vecteur $\dot{u}$; enfin, posons $u_3 = [u_1, u_2]$. L'ort u nous l'appellerons l'*ort fondamental*, et le trièdre Mu_1, u_2, u_3 le *trièdre fondamental*.

Théorème. — *Les projections des dérivées géométriques $\dot{u}_1$, $\dot{u}_2$, $\dot{u}_3$ sur les axes u_1, u_2, u_3, qui tirent leur origine d'ort fondamental u sont*

$$\dot{u}_1(0, K_u, 0), \quad \dot{u}_2(-K_u, 0, L_u), \quad \dot{u}_3(0, -L_u, 0),$$

où

$$K_u = \overline{\dot{u}}, \qquad L_u = \frac{1}{K_u^2}(u, [\dot{u}, \ddot{u}]).$$

Si la direction fondamentale est déterminée par un vecteur U *avec une longueur différente de l'unité, les quantités* $K_u u L_u$ *ont les expressions*

$$K_u = \frac{\Delta}{k^2}, \qquad L_u = \frac{K}{\Delta}(U, [\dot{U}, \ddot{U}]),$$

où

$$k^2 = U_x^2 + U_y^2 + U_z^2, \qquad \Delta^2 = (U_y U_z' - U_z U_y')^2 + (\ldots)^2 + (\ldots)^2,$$

c'est-à-dire

$$k = \overline{U} \qquad \text{et} \qquad \Delta = \overline{[U, \dot{U}]}.$$

Les équations du mouvement d'un corps solide par rapport à un trièdre fondamental ont la forme

$$\frac{dM_1}{dt} - M_2 K_u = F_1 + R_1, \qquad \frac{dM_2}{dt} + M_1 K_u - M_3 L_u = F_2 + R_2,$$
$$\frac{dM_3}{dt} + M_2 L_u = F_3 + R_3;$$
$$\frac{dG_1^{(M)}}{dt} - G_2^{(M)} K_u + v_{M2} M_3 - v_{M3} M_2 = L_1^{(M)} + A_1^{(M)}, \quad (*)$$
$$\frac{dG_2^{(M)}}{dt} + G_1^{(M)} K_u - G_3^{(M)} L_u + v_{M3} M_1 - v_{M1} M_3 = L_2^{(M)} + A_2^{(M)},$$
$$\frac{dG_3^{(M)}}{dt} - G_2^{(M)} L_u + v_{M1} M_2 - v_{M2} M_1 = L_3^{(M)} + A_3^{(M)};$$

ici, par les indices 1, 2, 3 nous avons désigné les projections sur les axes u_1, u_2, u_3.

Si l'état cinématique du corps est déterminé par la vitesse v_A d'un point A

du corps et par la vitesse angulaire Ω, la force vive a la forme

$$2T = M v_A^2 + 2M(v_A, [\Omega, \rho_c]) + I_1\Omega_1^2 + I_2\Omega_2^2 + I_3\Omega_3^2 - 2\Pi_{23}\Omega_2\Omega_3 - 2\Pi_{31}\Omega_3\Omega_1 - 2\Pi_{12}\Omega_1\Omega_2,$$

où M est la masse du corps, ρ_c le vecteur joignant le point A avec le centre d'inertie, I_1, par exemple, le moment d'inertie du corps autour d'un axe traversant par A et parallèle à l'axe u_1 et Π_{23} le produit d'inertie correspondant. Les coordonnées des vecteurs M et $G^{(M)}$ sont liées de telle manière avec la force vive :

$$M_1 = \frac{\partial T}{\partial v_{A1}}, \quad \ldots, \quad G_1^{(M)} = \frac{\partial T}{\partial \Omega_1} + bM_3 - cM_2,$$
$$G_2^{(M)} = \frac{\partial T}{\partial \Omega_2} + cM_1 - aM_3, \quad \ldots,$$

où a, b, c sont les coordonnées du point A par rapport au trièdre $Mu_1u_2u_3$.

Si la direction fondamentale se trouve dans la liaison étroite avec des circonstances cinématiques ou dynamiques du mouvement du corps, alors on peut appeler les équations du mouvement (*) *équations intrinsèques*. Comme direction fondamentale peuvent être admis, par exemple : 1° une droite du corps; 2° la vitesse d'un point quelconque A du corps, en particulier du centre d'inertie du corps; 3° la vitesse angulaire; 4° la quantité du mouvement du corps; 5° le moment des quantités de mouvement, en supposant que ces directions ne sont pas invariables.

Dans le cas 2°, K_u et L_u sont égales : $K_u = Kv_A$, $L_u = Zv_A$, où K est la courbure et L la torsion de la trajectoire du point A. Si le point A est le centre d'inertie du corps, les premières équations du mouvement du corps

$$M\frac{dv_c}{dt} = F_1 + R_1, \qquad M_K v_c^2 = F_2 + R_2, \qquad 0 = F_3 + R_3$$

coïncident avec les équations intrinsèques du mouvement d'un point, données par L. Euler, parce que les axes u_1, u_2, u_3 sont : la tangente, la normale principale et la binormale de la trajectoire de ce point. Il est évident que les équations examinées, comme les équations de L. Euler, ont l'intérêt spécial dans le cas où sont connues par avance ou quelques circonstances du mouvement, par exemple, si le corps est assujetti à des liaisons, ou quelques intégrales du mouvement.

Nous étudions en détail les équations intrinsèques des cas 1° et 5° dans un travail qui paraîtra dans un autre Recueil.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur les forces hydrodynamiques dans des mouvements différant entre eux par une rotation uniforme de tout l'espace.* Note de M. **Victor Vâlcovici**, présentée par M. Appell.

Dans une Note précédente [1] j'ai établi le théorème suivant :

La résistance qu'oppose un fluide en repos à l'infini, au mouvement de translation U *d'un solide* Σ *est égale à l'excès de la force que le même fluide exercerait sur* Σ *si celui-ci restait en repos et le fluide prenait la vitesse* — U *à l'infini, sur le produit de la masse* M *du fluide déplacé par* Σ, *par l'accélération* $\frac{dU}{dt}$.

Le premier mouvement ne diffère évidemment du second que par la translation du système entier (fluide et solide) de vitesse U.

Dans le même ordre d'idées, je me propose d'établir, dans ce qui suit, un théorème analogue concernant la rotation d'un solide autour d'un axe fixe, dans un fluide.

Soit Oz l'axe fixe autour duquel le solide Σ, immergé dans le fluide qui remplit tout l'espace et qui est en repos à l'infini, tourne uniformément, la vitesse angulaire étant ω. Supposons que les axes Ox et Oy soient invariablement liés avec le solide : ils tournent, par exemple, dans le sens positif autour de Oz (de Ox vers Oy) avec la même vitesse angulaire ω. La théorie du mouvement relatif nous enseigne que la forme des équations du mouvement du fluide par rapport à ces axes mobiles est identique à la forme qu'elles prendraient si les axes étaient en repos, à condition d'ajouter aux forces extérieures deux forces fictives engendrées par l'entraînement. Pour une particule fluide de masse m, située à la distance r de Oz, l'une des deux forces sera dirigée suivant la perpendiculaire à Oz vers l'extérieur et égale à $+mr\omega^2$, et l'autre aura pour projections sur les axes Ox, Oy, Oz respectivement $2m\omega v$, $-2m\omega u$ et o.

Si X, Y, Z signifient les composantes de la force extérieure appliquée à l'unité de la masse du fluide, alors les équations du mouvement fluide par

---

(1) *Sur la résistance hydrodynamique dans le mouvement non uniforme* (*Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 683).

rapport aux axes mobiles seront :

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial u}{\partial t} + u\dfrac{\partial u}{\partial x} + v\dfrac{\partial u}{\partial y} + w\dfrac{\partial u}{\partial z} = X + \omega^2 x + 2\omega v - \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p}{\partial x} + \nu\Delta u, \\ \dfrac{\partial v}{\partial t} + u\dfrac{\partial v}{\partial x} + v\dfrac{\partial v}{\partial y} + w\dfrac{\partial v}{\partial z} = Y + \omega^2 y - 2\omega u - \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p}{\partial y} + \nu\Delta v, \\ \dfrac{\partial w}{\partial t} + u\dfrac{\partial w}{\partial x} + v\dfrac{\partial w}{\partial y} + w\dfrac{\partial w}{\partial z} = Z - \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p}{\partial z} + \nu\Delta w, \end{cases}$$

en employant les notations habituelles et en supposant le fluide incompressible.

Mais le mouvement de rotation uniforme ω du fluide autour de Oz dans le sens de Oy vers Ox, le solide Σ étant fixe, est donné par :

$$(2)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial u}{\partial t} + u\dfrac{\partial u}{\partial x} + v\dfrac{\partial u}{\partial y} + w\dfrac{\partial u}{\partial z} = X - \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p'}{\partial x} + \nu\Delta u, \\ \dfrac{\partial v}{\partial t} + u\dfrac{\partial v}{\partial x} + v\dfrac{\partial v}{\partial y} + w\dfrac{\partial v}{\partial z} = Y - \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p'}{\partial y} + \nu\Delta v, \\ \dfrac{\partial w}{\partial t} + u\dfrac{\partial w}{\partial x} + v\dfrac{\partial w}{\partial y} + w\dfrac{\partial w}{\partial z} = Z - \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p'}{\partial z} + \nu\Delta w. \end{cases}$$

Comme les conditions aux limites dans les deux systèmes d'équations (1) et (2) sont les mêmes, on obtiendra pour u, v, w les mêmes valeurs à condition que l'on ait :

$$(3)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial p'}{\partial x} = \dfrac{\partial p}{\partial x} - \rho\omega^2 x - 2\omega v, \\ \dfrac{\partial p'}{\partial y} = \dfrac{\partial p}{\partial y} - \rho\omega^2 y + 2\omega u, \\ \dfrac{\partial p'}{\partial z} = \dfrac{\partial p}{\partial z}. \end{cases}$$

D'autre part, on sait que la force que le fluide exerce sur un élément dS de la surface du solide Σ se compose de la pression $p\,dS$ normale à cet élément augmentée d'une force qui dépend uniquement des dérivées spatiales de la vitesse. Il est évident que la seconde partie sera la même dans les deux mouvements considérés; ce n'est que la première partie $p\,dS$ qui nous fournira une différence de force

$$(p' - p)\,dS;$$

elle sera dirigée normalement à l'élément dS.

La projection sur Ox de la résultante totale de ces forces élémentaires sera

$$\int (p' - p) \cos\alpha \, dS,$$

α étant l'angle que la normale à dS, dirigée vers l'intérieur de Σ, fait avec Ox; l'intégrale est étendue à toute la surface du solide.

En supposant que les relations (3) soient valables aussi à l'intérieur de Σ et que ρ désigne la densité dans chaque point de Σ si le solide était remplacé par le fluide, nous aurons

$$\begin{aligned}\int (p' - p) \cos\alpha \, dS &= -\int\int\int \left(\frac{\partial p'}{\partial x} - \frac{\partial p}{\partial x}\right) dx\, dy\, dz \\ &= \omega^2 \int\int\int \rho x \, dx\, dy\, dz + 2\omega \int\int\int \rho v \, dx\, dy\, dz,\end{aligned}$$

l'intégrale de volume étant étendue à tout l'espace intérieur à Σ.

Comme l'expression $\int\int\int \rho v \, dx\, dy\, dz$ est nulle, on en tire

$$\int (p' - p) \cos\alpha \, dS = M \omega^2 \xi,$$

M étant la masse du fluide qui prendrait la place de Σ et ξ l'abscisse de son centre de gravité.

On obtiendra une relation analogue dans la direction de Oy en procédant de la même façon; dans celle de Oz la différence est nulle. Conclusions :

Le système des forces exercées sur un solide Σ par un fluide incompressible qui tourne uniformément autour d'un axe fixe est équivalent au système des forces exercées par le fluide en repos, sur le solide tournant en sens inverse autour du même axe, avec la même vitesse angulaire, si l'on adjoint à ce dernier système la force centrifuge qu'aurait la masse du fluide déplacé par Σ, dans le même mouvement de rotation.

CHRONOMÉTRIE. — *Les verges-lames et le problème du spiral cylindrique.* Note (¹) de M. **Jules Andrade.**

En attendant les progrès de la théorie mathématique des verges élastiques gauches encastrées, on peut, dès aujourd'hui, signaler le cas particulier des verges-lames dont l'étude sera probablement plus abordable.

(¹) Séance du 20 septembre 1920.

Une *verge-lame* est une verge dont la section transversale a deux dimensions petites, mais d'ordres très différents de petitesse; dans une verge hélicoïdale telle que le spiral cylindrique par exemple, l'épaisseur radiale ε est beaucoup plus faible que la hauteur h de cette même section. C'est là une circonstance très spéciale dont les problèmes chronométriques peuvent tirer parti, comme cette Note va le montrer.

Sans accorder une confiance complète aux hypothèses de la résistance des matériaux, on peut cependant en tirer profit dans l'évaluation de l'*ordre de grandeur* tout au moins de certaines déformations élastiques; observons donc que le moment d'inertie de flexion principale d'un spiral est, à son moment géométrique polaire, dans un rapport qui est de l'ordre $\frac{\varepsilon^2}{h^2}$; en me fondant sur cette remarque, j'applique les théorèmes dits *de flexion* et *de torsion;* le premier nous donne en projection sur un plan transverse et en un point quelconque du spiral

$$\frac{1}{R} - \frac{1}{R_0} = \frac{u}{R_0 P}[1 + \varphi(u, s)], \tag{1}$$

$\varphi(u, s)$ étant une fonction de l'écart u du balancier et de la distance s du point considéré de la fibre moyenne déformée projetée sur un plan transverse; cette fonction est assez bien déterminée par la théorie de Résal-Caspari; $\varphi(u, s)$ renferme $\frac{1}{P^2}$ en facteur.

Le théorème dit *de torsion* nous donnera avec les rayons T_0 et T de torsion

$$\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} = \frac{\gamma}{P^2}\frac{\varepsilon^2}{h^2}, \tag{2}$$

$\frac{\gamma}{P^2}$ étant un moment de torsion de l'ordre de $\frac{1}{P^2}$ tout au plus; remplaçons $\frac{1}{T_0}$ par $\frac{1}{R_0}\operatorname{tang} i$; l'inclinaison primitive des spires étant égale à $\frac{H}{R_0 P}$, H étant la hauteur du spiral.

On déduit de (1) et (2)

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{R}\frac{\operatorname{tang} i\left(1 + \frac{H}{R_0}\frac{\gamma}{P}\frac{\varepsilon^2}{h^2}\right)}{1 + \frac{u}{P}[1 + \varphi(u, s)]}, \tag{3}$$

le terme $\frac{\gamma}{P}\frac{\varepsilon^2}{h^2}$ est d'ordre supérieur à celui de $\frac{1}{P^2}$; en le négligeant nous

aurons, malgré notre ignorance de γ,

$$(4)\qquad \frac{1}{T} = \frac{1}{R}\,\frac{\operatorname{tang} i}{1 + \frac{u}{P}[1 + \varphi(u, s)]}.$$

Cette formule achève la détermination de la déformation du spiral cylindrique; si l'on néglige encore la petitesse de $\frac{1}{P^2}$ on obtient une hélice tracée sur un cylindre à génératrices de direction conservée, et dont la section droite, pour u donnée, est une sorte d'hypocycloïde représentée par les formules de Caspari.

ASTRONOMIE. — *Observations de* Nova Cygni. Note de M. **A. Vela**, présentée par M. B. Baillaud.

L'Observatoire de Madrid a reçu le 23 août une dépêche annonçant une Nova dans le Cygne, et pendant la soirée de même date ont été faites des observations photométriques et spectroscopiques sur ladite étoile.

La position de la Nova, obtenue par M. Cos avec la lunette méridienne, était à 9^h du 24 août (T. M. G.) :

$$\alpha = 19^h 56^m 28^s, 1;$$
$$\delta = 53° 26' 27''.$$

Les premières observations faites par MM. Jimenez et Reig, depuis le 23, avec le photomètre, donnèrent :

1920.	T. M. G.	Grandeur (phot.).	Grandeur (œil nu).	Observations.
Août 23.........	h 12,8	2,49	2,4	
23.........	13,3	2,76	»	Brumes.
23.........	13,7	2,55	2,2	Nuages.
24.........	8,6	1,96	1,8	Cirrus.
24.........	10,0	»	1,4	Le plus grand éclat est atteint parmi
24.........	11,3	1,75	1,6	ces observations.
24.........	12,5	2,26	»	Cirrus; instable.
25.........	8,3	2,55	2,1	Beau.
25.........	10,8	2,52	»	»
25.........	11,5	2,64	»	»
26.........	10,5	2,59	2,6	Moyenne; beau.
28.........	11,5	3,91	»	» »
29.........	11,1	4,02	»	» »
30.........	11,1	4,19	»	» »

Pour faire la comparaison de ces résultats avec la grandeur de la Nova, j'ai obtenu des clichés photographiques chaque jour dont l'état du ciel a permis la photographie. A présent, je m'occupe de la mesure et réduction des clichés et les résultats seront publiés à l'occasion.

Au voisinage du maximum d'éclat ont été faites des observations visuelles de la grandeur de l'étoile, qu'on trouve dans le Tableau ci-dessus, afin de les comparer avec les observations photométriques.

Il résulte de cette comparaison que le maximum d'éclat eut lieu le 24 août vers 10^h T. M. G. et que ce maximum dut atteindre $1^m,4$.

M. Carrasco, chargé des observations spectroscopiques, a obtenu deux séries spectrales très nombreuses et complètes, qui permettent de suivre l'évolution spectrale de la Nova. Il s'est servi d'une chambre prismatique de Grubb de 20^{cm} d'ouverture, avec un prisme de $20°$, qui enregistrent la région λ 5000-3800, et une autre chambre Zeiss en verre U. V. avec un prisme de $60°$ (en verre U. V. aussi) dans laquelle le spectre atteint jusqu'à $340^{\mu\mu}$.

Dans la nuit du 23 furent obtenus 6 spectres; le premier à 9^h et le dernier à $13^h 5^m$, lesquels, malgré l'état nuageux du ciel, sont excellents, et selon qu'il a été annoncé télégraphiquement, montrent raies faibles d'absorption, nettement des proto-éléments F_e et T_i; ils accusent aussi la présence de H_e; les raies d'absorption de l'hydrogène sont intenses et bien définies, s'initiant un léger renfort brillant dévié vers le rouge, circonstance qui s'accentue nettement dans les spectrogrammes du 24, et qui sont montrées clairement le 25 avec l'aspect classique des Novæ.

On poursuit ces études sans interruption, et les résultats seront opportunément publiés.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres d'absorption du phosphore pour les rayons X.* Note de M. **J. Bergengren**, transmise par M. E. Bouty.

En étudiant les spectres d'absorption de la série K pour diverses variétés de phosphore, j'ai trouvé une différence remarquable.

Les recherches ont été faites à l'aide d'un spectromètre à vide de Siegbahn [1], le cristal tournant était du gypse; la fente, d'une largeur d'environ $0^{mm},1$ et dont la distance à l'axe de rotation du cristal

(1) M. Siegbahn, *Ann. der Phys.*, 4e série, t. 59, 1919.

était $126^{mm},14$, se trouvait recouverte d'un morceau de baudruche, trempé dans de l'érythrosine ([1]). 1^{mm} sur la plaque photographique correspond ainsi, dans le domaine spectral en question, à 0,055 Å.

Les recherches ont porté jusqu'ici sur le phosphate d'ammonium, le phosphore noir de Bridgemann ([2]), l'acide phosphorique et le phosphore rouge commercial. Les couches d'absorption, d'une épaisseur de 1^{mg} à 2^{mg} de phosphore par centimètre carré, ont été déposées sur du papier de soie noir très mince ou sur de la baudruche et placées entre la fente et le cristal. L'anticathode était une petite plaque de tungstène, dont le rayonnement se trouvait excité par un courant d'électrons de 30 à 80 milliampères, dans un champ de 12000 à 16000 volts. Un temps de pose de 5 à 9 heures a suffi pour rendre visibles sur la plaque photographique les limites d'absorption. En même temps on obtenait des lignes du rayonnement caractéristique du tungstène, par exemple une ligne nette qui a été reconnue comme la ligne $L\alpha$ dans le spectre du quatrième ordre, et une ligne diffuse qui appartient à la série M. J'ai employé ces lignes comme repères.

Les longueurs d'onde des limites d'absorption sont *différentes* pour les diverses variétés de phosphore. En prenant $\lambda = 1,471$ Å pour la ligne $L\alpha$ du tungstène, on trouve une longueur d'onde de 5,767 Å. pour le phosphore noir et de 5,750 Å. pour l'acide phosphorique et le phosphate d'ammonium. Pour enlever tout doute sur l'exactitude de cette observation assez étonnante j'ai modifié l'arrangement en plaçant, à 1^{cm} devant la plaque photographique, une fenêtre recouverte de deux couches d'absorption juxtaposées, l'une de phosphore noir et l'autre d'acide phosphorique. Les positions différentes des deux limites se dessinent clairement sur la plaque.

Le spectre du phosphore rouge montre une limite double. La composante extérieure est identique à celle du phosphore noir; la composante extérieure, que j'attribue au phosphore jaune, coïncide, au moins approximativement, avec celle de l'acide phosphorique.

Je crois que c'est la première fois que l'état chimique d'un élément a été

([1]) E. HJALMAR, *Zeitschr. f. Phys.*, 1920, p. 440.

([2]) *The Journal of the Amer. Chem. Soc.*, t. 36, 1914, p. 1344. M. Bridgemann avait bien voulu mettre à la disposition du laboratoire un peu du phosphore noir pour servir à des recherches sur les spectres de rayons X.

trouvé avoir une influence sur son spectre de rayons X. Dans le cas du phosphore, il semble même que l'allotropie joue un plus grand rôle que ne le font les combinaisons chimiques.

SPECTROSCOPIE. — *Sur la structure fine des discontinuités d'absorption dans les spectres de rayons X*. Note de MM. **M. de Broglie** et **A. Dauvillier**, transmise par M. E. Bouty.

Une Note de M. Bergengren, publiée ci-dessus, attire l'attention sur la structure que peuvent présenter les phénomènes d'absorption des rayons X au voisinage des têtes de bandes bien connues. M. Kossel ([1]) a montré comment la représentation que l'on se fait de l'émission et de l'absorption des rayons X conduit à prévoir, dans un certain intervalle de fréquences très petit et très voisin de la tête des bandes, la présence de lignes d'absorption. Cette complication des têtes de discontinuités devrait refléter les phénomènes superficiels de l'atome, c'est-à-dire les liaisons chimiques, celles de cohésion, et les diverses actions qui peuvent modifier les spectres lumineux ordinaires; mais cette structure serait en général si fine qu'en première approximation, les têtes de bandes se présenteraient sous l'aspect simple qu'on leur connaît jusqu'à présent.

M. Stenström ([2]) a en effet trouvé quelque chose de semblable dans les bandes M de l'uranium et du thorium et M. H. Fricke ([3]) dans les bandes K des éléments légers.

L'un de nous ([4]) a remarqué sur plusieurs clichés de spectres une ligne blanche ou une ligne noire (suivant que les bandes sont positives ou négatives) bordant la tête de bande et correspondant à un maximum de transparence de l'élément absorbant pour une longueur d'onde supérieure de très peu au bord ordinaire de la bande; il s'ensuit que des bandes très faibles peuvent prendre l'aspect de lignes un peu estompées. Au courant de ces recherches la tension sous laquelle fonctionnait le tube à anticathode de platine utilisé s'est trouvée comprise entre la tension critique du platine et

---

([1]) *Zeitschrift für Physik*, t. 1, 1920, p. 119.

([2]) *Dissertation*, *Lund*, 1919.

([3]) *Phys. Rev.* (septembre 1920).

([4]) M. de Broglie (expériences non encore publiées : bandes de renforcement du tungstène dans les photographies prises avec renforçateur de tungstate de calcium, et bandes des terres rares).

celle du tungstène; la photographie était prise en utilisant un écran au tungstate de calcium; dans ces conditions la bande sélective de renforcement, due au tungstène de l'écran, était bien visible (preuve que la tension critique du tungstène était dépassée) et aucune des raies K du platine n'apparaissait, bien que leur longueur d'onde soit, pour le groupe α, notablement plus grande que celle de la bande du tungstène; c'est une vérification, portant en elle-même son enregistrement, des conclusions de Webster sur le potentiel d'excitation des raies de la série K.

D'autre part, l'un de nous [1] mesurant par la méthode d'ionisation la position des discontinuités d'absorption K de l'argent a observé que l'intensité des régions spectrales continues, filtrées de part et d'autre de ces discontinuités, se traduisait par des courbes d'allure très différente. Du côté des courtes longueurs d'onde, la courbe continue se raccordait à angle vif avec la discontinuité, alors que cet angle n'apparaissait pas du côté opposé, où il était remplacé par un palier de largeur angulaire un peu plus grande que celle de la discontinuité et dénotant une faible absorption supplémentaire. Ce phénomène traduit donc la présence de raies d'absorption de l'argent, situées immédiatement au delà du bord de sa bande K, et très voisines de celle-ci. La méthode d'ionisation ne saurait permettre une dispersion suffisante pour résoudre ces raies dans le cas étudié, mais elle accuse l'existence d'un phénomène global nettement distinct de la discontinuité proprement dite et confirme pleinement les idées de M. Kossel.

Les différences remarquables obtenues par M. Bergengren sont environ 50 fois plus petites, en longueur d'onde, que celles qui correspondent, dans cette région spectrale, à un changement d'une unité dans le nombre atomique; elles sont de l'ordre de grandeur des effets prévus par Kossel, mais, comme le dit M. Bergengren, elles correspondent à des modifications allotropiques et non à un effet de liaison chimique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le mécanisme des actions chimiques provoquées par les rayons X*. Note de M. **A. Dauvillier**, transmise par M. Bouty.

On sait, depuis les expériences de la C. T. R. Wilson, que les effets produits sur la matière par l'absorption des rayons X sont uniquement dus au rayonnement corpusculaire qui en résulte. Or il nous semble qu'il est pos-

(1) A. Dauvillier, *Thèse*, Paris 1920 (voir fig. 7 et 8).

sible de ramener à un type unique de réaction les phénomènes chimiques qui constituent l'un de ces effets.

Il est d'abord remarquable que les seuls corps minéraux sensibles à l'action de ces rayons soient des cristaux pour lesquels I. Langmuir, Born et Landé, Debye et Sherrer, ont imaginé et prouvé l'existence d'une structure ionique. Toutes les autres substances sensibles : colloïdes, électrolytes, verres, etc., contiennent également des ions. Il semble dès lors que la cause des actions chimiques réside dans la destruction des ions négatifs qui seuls, peuvent perdre des électrons, par l'impact des électrons rapides constituant le rayonnement corpusculaire. Les corpuscules lents expulsés neutralisent les ions positifs voisins et des éléments électronégatifs et électropositifs sont ainsi libérés à l'état atomique. Ceux-ci produisent des colorations dans les substances solides ou visqueuses (cristaux et verres) et de véritables modifications chimiques dans les milieux où ils sont mobiles (électrolytes).

Examinons à ce point de vue quelques-unes des réactions les plus connues découvertes par M. P. Villard.

La coloration violette prise par les verres alcalins, au lieu d'être due à une oxydation du manganèse, le serait, suivant cette conception, à une neutralisation des ions positifs, avec libération de l'élément alcalin à l'état atomique, exactement de la même façon qu'un grand nombre de cristaux (sylvine, fluorine, etc.) sont colorés en violet par les rayons cathodiques.

Les propriétés photo-électriques des cristaux et des verres colorés s'expliquent dès lors aisément et l'on peut même rendre compte de leur thermoluminescence en admettant qu'il se produit (lorsqu'on les chauffe à une certaine température critique) une brusque émission thermo-électronique à partir des atomes électropositifs, avec ionisation consécutive des deux types d'éléments libres et, par conséquent, émission de lumière et retour à l'état initial. On sait en effet que, dans ces conditions, ces substances se décolorent et recouvrent leur faculté de devenir fluorescentes. Ces phénomènes n'ont plus lieu lorsque l'élément libéré ne possède pas un caractère électropositif suffisamment accentué (chrome, dans les corindons transformés en rubis par les rayons X ou γ).

La coloration brune acquise, sous cette influence, par les verres plombeux est due, d'une manière analogue, à la neutralisation des ions Pb^{++}; la réduction du silicate cuivrique en cuivreux, au passage des ions Cu^{++} à l'état Cu^{+}; la réaction de Schwarz, à la transformation des ions mercureux, etc.

Lévy [1] a montré que l'effet Villard était dû à une destruction de

---

(1) *Journ. of the Röntg. Soc.*, t. 12, 1916, p. 13.

la structure cristalline (sans déshydratation) des formes stéréoisomères du $Pt(CN)^4Ba.4H^2O$. Cette question ne pourrait être définitivement élucidée que par l'étude de ces cristaux par la méthode de Debye et Sherrer. Mais on peut admettre que l'ion Pt^{++}, qui est l'élément le plus absorbant du cristal, est réduit à l'état de platine atomique qui produit la coloration.

On sait que ce phénomène, comme d'ailleurs toutes les actions chimiques provoquées dans les cristaux et les verres par les rayons cathodiques, β, γ, X et ultraviolets, s'accompagne de fluorescence et que la lumière émise possède, inversement, la propriété d'effectuer la recombinaison. Nous pensons que cette radiation agit, non plus par l'intermédiaire de corpuscules, mais bien *directement* et sur les *atomes* libres, seuls absorbants, en provoquant un effet photo-électrique sélectif qui les transforme à nouveau en ions. Les corpuscules libérés sont aussitôt fixés pour reformer les ions négatifs.

Par exemple, lorsqu'on expose à la lumière le platinocyanure de baryum coloré par les rayons X, il se produit, à partir des atomes de platine, un effet photo-électrique qui les transforme en ions positifs, tandis que les corpuscules lents expulsés se fixent sur les complexes CN qui, *pour prendre une configuration électronique stable dans le réseau cristallin, doivent y exister sous forme d'ions* $(CN)^-$.

La lumière ne jouirait de propriétés antagonistes que lorsque l'élément électropositif libéré serait photo-électriquement sensible dans le spectre de fluorescence du milieu solide ou visqueux.

Ainsi toutes les propriétés chimiques des radiations énumérées plus haut seraient dues à l'action destructive exercée sur les *ions négatifs* par des corpuscules plus ou moins rapides (relation du quantum), alors que les propriétés antagonistes de la lumière de fluorescence (ultraviolette, visible ou infra-rouge) le seraient à un effet photo-électrique, provoqué à partir *d'atomes* normaux.

Ces réactions peuvent s'exprimer par l'équation de Perrin

$$\vec{Q} + P \rightarrow P' + \vec{Q'}$$

généralisée en y considérant P et P' comme l'ion négatif et l'atome d'un même élément électronégatif, Q comme le quantum abandonné à l'ion par la réduction de vitesse subie par le corpuscule rapide, Q' comme celui de la radiation de fluorescence égal au travail d'ionisation de l'atome P'.

CHIMIE MINÉRALE. — *Chaleur d'oxydation du glucinium.*
Note de MM. **H. Copaux** et **Ch. Philips**, présentée par M. Haller.

Bien qu'on sache préparer, depuis longtemps déjà, du glucinium pur par la méthode d'électrolyse ignée des fluoglucinates alcalins, due à M. Lebeau [1], le glucinium est resté une curiosité de laboratoire, parce que les conditions de l'électrolyse ne permettent de l'obtenir, ni abondamment, ni sous une forme compacte. Le glucinium fond, en effet, à la température élevée de 1280° et ne peut pas se rassembler dans son bain d'électrolyse; il y reste disséminé à l'état de paillettes qu'il faut isoler, après refroidissement, par des épuisements assez laborieux.

D'autres méthodes de préparation ont été essayées plus ou moins empiriquement au cours du temps, et peut-être certaines d'entre elles mériteraient-elles d'être reprises. Mais il serait bon de savoir d'abord comment se classe le glucinium parmi les métaux très oxydables, en déterminant sa chaleur d'oxydation, que nous n'avons trouvée mentionnée nulle part.

La mesure de cette constante fait l'objet du travail ici présenté.

Préparation de la poudre métallique. — Nous avons préparé le glucinium en poudre par la méthode de Lebeau, telle que Fichter et ses élèves [2] l'ont reprise et précisée dans certains de ses détails.

On compose le bain d'électrolyse en dissolvant, dans l'acide fluorhydrique, de la glucine, puis du carbonate de sodium, en proportions correspondant au rapport moléculaire $2\,GlF^2 : NaF$. Ce mélange, qu'il faut évaporer à sec dans un récipient de platine, est certainement moins facile à préparer que le fluosel défini et précipitable GlF^4Na^2, mais il a l'avantage d'être plus fusible et plus soluble, ce qui permet à la fois de ne pas dépasser une température d'environ 600° en cours d'électrolyse et de désagréger ensuite plus facilement la masse saline.

200^g environ du produit calciné après évaporation sont introduits dans un creuset de nickel de 100^{cm^3} à 125^{cm^3} de capacité, fondus par chauffage électrique extérieur, puis électrolysés entre ce creuset servant de cathode et une anode cylindrique de charbons, de 35^{mm} à 40^{mm} de diamètre.

Pendant 7 ou 8 heures, le régime du courant se maintient à peu près fixe à 10 ou 12 volts et 10 ampères environ, puis, quand il est devenu instable par accumulation dans le bain de la mousse métallique, on laisse refroidir.

On épuise alors le contenu du creuset à l'eau froide, en ayant soin de séparer, par

---

(1) P. Lebeau, *Comptes rendus*, t. 126, 1898, p. 744.

(2) En particulier, E. Brunner, *Dissertation inaugurale*, Bâle, 1915.

décantation fractionnée, les flocons abondants et légers de glucine ou de fluorures basiques des cristaux plus denses de glucinium entraîné.

Le produit de cette première épuration ne contient guère plus de 80 pour 100 de métal, d'après le volume d'hydrogène qu'il dégage avec les acides; il faut le reprendre et le triturer au mortier d'agate avec un mélange de tétrabromure d'acétylène et de benzène, de densité très légèrement supérieure à celle du métal (1,7), et centrifuger le tout.

Après une ou deux reprises, on isole finalement une poudre cristalline, à peu près complètement pure, dont l'aspect lustré, gris foncé, est celui d'un métalloïde plutôt que d'un métal, ce qui s'accorde, du reste, avec d'autres indices du caractère métalloïdique du glucinium : absence de conductibilité du chlorure et du fluorure simple fondus, point de fusion exceptionnellement élevé pour un métal aussi léger, contiguïté avec le bore dans la classification périodique.

Mesure de la chaleur d'oxydation. — Nous avons essayé d'abord de déterminer la chaleur d'oxydation du glucinium par combustion directe dans l'obus calorimétrique, sans obtenir aucun résultat vraiment satisfaisant, malgré des essais variés. Il est toujours resté, dans la glucine fondue par la chaleur de réaction, du métal non brûlé, reconnaissable à l'effervescence de la masse oxydée avec les acides. L'addition d'un peu d'huile de vaseline, humectant la poudre à brûler, ou la dissémination du métal dans un poids connu de coton n'ont pas amélioré le résultat; quant à l'oxyde de plomb, quelquefois conseillé comme adjuvant, nous l'avons trouvé plus nuisible qu'utile, car il laisse, après combustion, de petits granules de plomb réduit et non réoxydé.

Il est d'ailleurs possible que ces difficultés cessent avec un métal réduit en poudre impalpable, car nous avons réussi, dans des expériences préliminaires sur l'aluminium, à brûler directement et complètement, dans la bombe, de l'aluminium porphyrisé, alors que le même métal, en limaille ordinaire, ne brûle jamais entièrement. Mais, ne voulant pas risquer d'altérer nos échantillons de glucinium en les porphyrisant, nous avons préféré nous arrêter à la méthode indirecte, fondée sur la mesure des chaleurs de dissolution du métal et de l'oxyde dans un même acide. Dans le cas présent, cet acide ne pouvait être que l'acide fluorhydrique, seul capable de dissoudre promptement la glucine anhydre comme le glucinium.

La méthode se résume ainsi dans les équations thermochimiques suivantes :

$$\mathrm{Gl} + 2\,\mathrm{FH}_{\mathrm{diss}} \rightarrow \mathrm{GlF}^2_{\mathrm{diss}} + \mathrm{H}^2 + \mathrm{Q},$$
$$\mathrm{GlO} + 2\,\mathrm{FH}_{\mathrm{diss}} \rightarrow \mathrm{GlF}^2_{\mathrm{diss}} + \mathrm{H}^2\mathrm{O}_{\mathrm{liq}} + \mathrm{Q}',$$
$$\mathrm{H}^2 + \mathrm{O} \rightarrow \mathrm{H}^2\mathrm{O}_{\mathrm{liq}} + 69^{\mathrm{cal}},$$

d'où

$$\mathrm{Gl} + \mathrm{O} \rightarrow \mathrm{GlO} + (\mathrm{Q} + 69 - \mathrm{Q}').$$

Les échantillons de métal et d'oxyde étaient agglomérés par compression, pesés, puis versés au moment voulu dans un calorimètre de platine de 700$^{cm^3}$ de capacité, contenant environ 300^g de liqueur acide; les températures étaient relevées sur un thermomètre au $\frac{1}{50}$ de degré, protégé par une mince gaine d'or contre le contact du liquide fluorhydrique.

La concentration de l'acide était de 30 pour 100 en FH, et la même dans les deux réactions, condition tout à fait nécessaire à l'application correcte du principe de l'état initial et de l'état final; enfin, pour modérer l'attaque violente du glucinium par un acide de teneur aussi élevée, nous avons enfermé le comprimé de métal dans une feuille d'or tarée, enroulée sur elle-même.

Voici, parmi nos mesures, celles qui correspondent aux meilleures expériences :

		Q. cal-kg-degré
1° Poids de métal dissous	0,115^g	109,8
	0,107	108,6
	0,109	109,1
		Q'. cal-kg-degré
2° Poids d'oxyde dissous	0,593^g	26,35
	0,303	26,69
	0,629	26,35

En adoptant pour Q le nombre moyen 109, pour Q' 26,5, nous avons :

$$Gl_{sol} + O_{gaz} \rightarrow GlO_{sol} + 151^{cal},5.$$

A défaut d'une contre-épreuve par combustion directe, nous avons contrôlé notre mode opératoire en mesurant la chaleur d'oxydation du calcium par dissolution de ce métal et de la chaux dans l'acide chlorhydrique, et nous avons trouvé une concordance satisfaisante : 158^{cal},7 au lieu de 160^{cal}, nombre obtenu par Muthmann en 1907 dans la combustion directe du calcium.

Ainsi, le glucinium est, parmi tous les éléments, l'un des plus énergiquement oxydables. Sa chaleur d'oxydation (151^{cal},5) le classe immédiatement après le calcium (160^{cal}) et avant le lanthane (148^{cal},2), le magnésium (144^{cal}), l'aluminium (128^{cal},6), le cérium (112^{cal}), etc., tous ces nombres étant naturellement rapportés à 16^g d'oxygène [1].

---

[1] Travail subventionné par la Direction des Recherches et des Inventions.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Réactions microchimiques du radium ; sa différenciation du baryum par l'acide iodique.* Note (¹) de M. G. **Denigès**, présentée par M. Moureu.

Il était à prévoir que l'acide iodique, qui se montre un réactif si précieux et si différencié pour les métaux de la série calcique, par voie microchimique, donnerait aussi, facilement, des cristaux avec les sels de radium, et, en outre, que ces cristaux s'offriraient avec des caractères beaucoup plus rapprochés de ceux que présente l'iodate de baryum que de ceux qui appartiennent aux iodates de calcium et de strontium.

Nos expériences ont confirmé ces hypothèses ; elles nous ont même permis, comme nous le verrons plus loin, de réaliser par microchimie, en se plaçant dans certaines conditions de dilution, la différenciation des ions radium et baryum.

Nous avons d'abord constaté que les réactions microchimiques classiques formées avec les sels barytiques et les acides hydrofluosilicique, oxalique et tartrique, l'émétique, le ferrocyanure et le tartrate de potassium, donnaient des résultats identiques avec les sels de radium et ne distinguaient en rien ces deux ions.

Il en a été de même avec trois autres réactifs qui n'ont pas encore été employés pour la diagnose du baryum par voie microchimique : le cyanurate d'ammonium, le phosphomolybdate d'ammonium en solution ammoniacale (dont la combinaison barytique a si habilement été utilisée, ces temps derniers, par M. Posternak, pour le dosage pondéral de traces d'acide phosphorique), qui donne de beaux octaèdres avec les deux métaux, enfin le bromate de potassium en solution à 5 pour 100.

Ce dernier, sans être d'une extrême sensibilité, est un réactif très sûr, par microchimie, du baryum et du radium, avec les solutions salines desquelles il fournit immédiatement des prismes monocliniques des plus nets.

Par ces divers réactifs, même en variant la dilution, il nous a été impossible d'établir une différence appréciable avec les deux métaux qui nous occupent.

Il n'en a point été de même avec l'acide iodique.

Quand, parallèlement, on met sur deux lames de verre une gouttelette (2^{mm} à 4^{mm}, au plus, de diamètre) d'une solution, d'une part, de bro-

(¹) Séance du 27 septembre 1920.

mure de radium, et, d'autre part, de bromure de baryum à 3 pour 1000, environ, de sel cristallisé; lorsque, à très petite distance de chacune de ces gouttelettes, on dépose une gouttelette d'à peu près même volume d'une solution d'acide iodique au dixième, et qu'on les réunit à l'aide d'un fil de platine, il se forme instantanément des groupements cristallisés, à type penné et ondulé, tout à fait spécial, dont les constituants appartiennent au système monoclinique.

Ces groupements, que nous avons antérieurement décrits [1] et dont une figure a été publiée [2], ne peuvent être que très difficilement distingués, même à de forts grossissements, qu'il s'agisse de baryum ou de radium.

Des groupements de même type, quoique plus simplifiés, sont encore obtenus avec des solutions cinq fois plus étendues (0,60 pour 1000).

A partir d'une dilution à 0,30 pour 1000, la différenciation se produit très nettement, comme on peut le voir par les figures ci-dessous, les solutions



Iodates de radium (A et A') et de baryum (B et B').

salines du radium fournissant alors des octaèdres aigus, isolés, très nets, formes A (dilution à 0,30 pour 1000) et A' (dilution à 0,15 pour 1000),

---

(1) *L'acide iodique, réactif microchimique des combinaisons solubles et insolubles du calcium, du strontium et du baryum* (*Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 990, et *Bull. Soc. Pharm. de Bordeaux*, 2e cahier, 1920, p. 85, 3 figures).

(2) *Loc. cit.* et *Bull. Soc. chim. de France*, 4e série, t. 28, p. 560.

et celles du baryum les formes B (dilution à 0,30 pour 1000) et B′ (dilution à 0,15 pour 1000) d'aspect absolument différent ([1]).

Il est possible que cette différence si nette, au microscope, soit corrélative d'une différence de solubilité des deux iodates, qui permettra, peut-être, d'étudier un nouveau mode de séparation du radium et du baryum.

Nota. — Pour montrer la sensibilité de la méthode microchimique employée pour la recherche des calcoïdes, nous ajouterons que toutes nos expériences sur les réactions microchimiques du radium ont été faites avec $\frac{2}{10}$ de milligramme seulement de radium métal, provenant de 1^{mg} de bromure de radium cristallisé, dont nous devons la possession à la générosité de M. Zaharoff, qui a bien voulu mettre spontanément à notre disposition les fonds nécessaires pour l'acquisition de ce sel.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Analyse qualitative de l'acide cyanique.* Note ([2]) de M. R. **Fosse**, présentée par M. A. Haller.

Tandis que la formation de l'acide cyanique par oxydation des substances organiques, tentée en vain par plusieurs auteurs, était considérée comme irréalisable, nous avons démontré, en l'isolant, que ce corps précède et engendre l'urée, lorsqu'on oxyde les protéiques, seuls ou en présence de glucose et les solutions ammoniacales d'acides aminés, d'hydrates de carbone, de glycérine ou d'aldéhyde formique ([3]).

Parmi les méthodes d'analyses, qui nous ont conduit à ces résultats, nous décrirons, ici, celle qui repose sur la formation de l'urée.

La formation de l'urée, d'après la réaction de Woehler,

$$\text{(1)} \qquad CONH^2NH^3 = CO(NH^2)^2,$$

peut servir à reconnaître de très petites quantités d'acide cyanique, puisque

([1]) Dans le cas des fortes dilutions, la réaction microscopique est plus sensible et plus nette si, au lieu de procéder par contact latéral des solutions salines et du réactif iodique, on porte au centre de la gouttelette de ces solutions, sans agiter et en allant jusqu'au contact avec la lame porte-objet, l'extrémité d'une baguette de verre effilée après l'avoir simplement plongée de 1^{mm} ou 2^{mm} dans le réactif indiqué. L'examen microscopique est pratiqué sans recouvrir la préparation d'une lamelle.

([2]) Séance du 27 septembre 1920.

([3]) R. Fosse, *Comptes rendus*, 1919, t. 168, p. 320, 908, 1164; t. 169, p. 91.

le xanthydrol permet d'identifier et de doser des traces d'urée. Mais il existe plus d'un corps susceptible d'engendrer la carbamide. Toute formation d'urée ne dérive point nécessairement de l'acide cyanique.

Cependant la nature des conditions expérimentales, qui autorisent ou abolissent l'apparition de cette diamide, peut servir à caractériser la substance uréogène.

On peut rechercher la carbimide, soit directement en solution, soit dans le précipité brut qu'elle forme par l'action du nitrate d'argent.

Recherche de l'acide cyanique dans une solution. — Deux dosages d'urée sont nécessaires :

a. Le premier est exécuté sur la liqueur n'ayant subi aucun traitement;

b. Le deuxième sur la liqueur, préalablement chauffée, 1 heure, avec du chlorure d'ammonium.

A 2^{cm^3}, par exemple, de chacune d'entre elles, on ajoute 4^{cm^3} d'acide acétique et $0^{cm^3},3$ de xanthydrol méthylique à $\frac{1}{10}$.

Si le poids de xanthylurée de *b* est supérieur à celui de *a*, la solution *peut* contenir de l'acide cyanique.

a. Recherche de l'acide cyanique par la formation et la non-formation de l'urée aux dépens de sel d'argent. — La méthode est basée sur les deux réactions connues :

Formation de l'urée par le chauffage du sel d'argent avec NH^4Cl.

Abolition de cette propriété par chauffage préalable du sel avec l'acide azotique.

Pour apprécier la sensibilité de ces réactions, nous décrirons les expériences suivantes :

Caractérisation de l'urée produite par une très petite quantité de cyanate d'argent. — *a.* On chauffe, 15 minutes au bain-marie bouillant, dans un petit tube, pouvant être soumis à la centrifugation : cyanate d'argent, 2^{mg}; chlorure d'ammonium, 1^{cg}; eau, $0^{cm^3},25$.

La liqueur, centrifugée après addition d'acide acétique ($0^{cm^3},5$), pourvue d'un peu de xanthydrol, se transforme en bouillie cristalline de xanthylurée.

b. On évapore à sec, au bain-marie, avec un peu de chlorure d'ammonium, *un milligramme* de cyanate d'argent, fourni par 5^{cm^3} d'une solution ammoniacale, contenant $0^g,02$ de CONAg pour 100^{cm^3}.

Le résidu sec est broyé avec : eau, $0^{cm^3},33$; acide acétique, $0^{cm^3},66$. On ajoute à la liqueur centrifugée, sans la décanter, du xanthydrol méthy-

lique, $0^{cm^3},05$, on mélange avec un agitateur filiforme en évitant de toucher au léger dépôt de chlorure d'argent. L'urée xanthylée ne tarde pas à apparaître.

Non-formation de l'urée par l'action successive de l'acide azotique, de l'ammoniaque et du chlorure d'ammonium sur le cyanate d'argent. — Les mêmes expériences, qui précèdent, exécutées après acidulation préalable par NO^3H, chauffage, alcalinisation par NH^3, addition de chlorure d'ammonium, puis évaporation à sec, ne donnent point la moindre trace d'urée. Même résultat négatif en opérant sur des doses plus considérables de cyanate d'argent.

PHARMACODYNAMIE. — *Sur une nouvelle classe d'hypnotiques : Les dialcoyl-homophtalimides.* Note de MM. **Auguste Lumière** et **Félix Perrin**, présentée par M. Charles Moureu.

Depuis les observations de Thierfelder, de Baumann et Kast, et les travaux de Fischer et von Mehring sur les malonylurées, on sait que, pour qu'une substance organique de cette série soit douée de propriétés hypnotiques, il est nécessaire, en général, que sa molécule renferme un ou plusieurs groupes alcoylés liés à un atome de carbone ternaire ou, de préférence, quaternaire.

Nous inspirant de cette remarque, nous avons eu l'idée d'étudier à ce point de vue la diéthylhomophtalimide, dont la constitution, répondant à ces conditions, peut être représentée par la formule suivante :

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}C(C^2H^5)^2 - CO \\ \qquad\qquad\quad | \\ CO - NH\end{array}\right.$$

Ce corps peut être préparé en oxydant la naphtaline pour obtenir d'abord l'acide phtalonique

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}CO - COOH \\ COOH\end{array}\right.$$

qui, réduit par l'acide iodhydrique, conduit à l'acide homophtalique

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}CH^2 - COOH \\ COOH\end{array}\right.$$

dont le sel d'ammoniac évaporé à sec et chauffé jusqu'à fusion tranquille donne l'homophtalimide

$$C^6H^4\begin{cases}CH^2 - CO \\ \phantom{CH^2 - {}}| \\ CO - NH\end{cases}$$

Les dérivés alcoylés de ce corps s'obtiennent au moyen des iodures alcooliques correspondants; c'est ainsi que l'iodure d'éthyle, en présence de l'éthylate de sodium, permet de préparer facilement la diéthylhomophtalimide, qui se présente sous forme de feuillets incolores, fusibles à 144°.

Nous avons préparé par les mêmes méthodes les dialcoylhomophtalimides suivantes :

L'éthylpropylhomophtalimide, lamelles blanches, fondant à 117°, peu solubles dans l'eau;

La dipropylhomophtalimide, fusible à 128°, très peu soluble dans l'eau froide; et

La diallylhomophtalimide, fusible à 140°-141°, très peu soluble dans l'eau, même à l'ébullition.

Le dosage de l'azote pour cette dernière substance a donné les résultats ci-dessous :

	Calculé.	Trouvé.
N pour 100	5,8	6,07

Ces dérivés de l'homophtalimide sont solubles dans la potasse et la soude et précipités de leur solution par le chlorure d'ammonium.

Ces substances jouissent de propriétés hypnotiques qui sont d'autant plus intéressantes que leur toxicité est très faible et qu'elles semblent dépourvues d'actions secondaires défavorables.

Dans la série des malonylurées, l'action hypnotique manque totalement avec le dérivé diméthylé, elle est faible avec le méthyléthyl, croît avec le méthylpropyl, s'accentue encore dans le cas du diéthyl et atteint son maximum avec le dipropyl; elle devient très faible avec le diamyl, et le dibenzyl est complètement inactif.

Nous avons cherché à comparer pareillement le pouvoir hypnotique des différents dérivés dialcoylés de l'homophtalimide, et nous avons constaté que les choses se passent sensiblement de la même manière, avec cette différence cependant que l'accroissement de l'activité s'arrête plus rapidement au fur et à mesure de l'augmentation de condensation en carbone des groupes substitués, probablement à cause de la moindre solubilité des

substances appartenant à la série de l'homophtalimide, le maximum d'action paraissant se manifester pour le dérivé diéthylé.

L'étude pharmacodynamique et chimique de ces corps, qui fera l'objet d'un travail ultérieur, semble montrer dès maintenant qu'ils pourraient être avantageusement utilisés en thérapeutique.

GÉOLOGIE. — *Sur la Tectonique du Massif armoricain.*
Note de M. F. KERFORNE, présentée par M. Pierre Termier.

En faisant abstraction, pour le moment, des mouvements qui ont pu se produire antérieurement au Silurien et de ce fait que le plateau septentrional et le plateau méridional de la Bretagne, avec leurs roches cristallines, sont d'anciens fonds de géosynclinaux successifs, la structure tectonique du Massif armoricain ressort de deux systèmes de plis d'âge différent qui se sont superposés.

Le premier, auquel on peut conserver le nom de *Système au Léon* qui lui a été donné par M. Ch. Barrois sans en préciser l'âge, est dirigé sensiblement SW-NE, c'est-à-dire comme les plissements *calédoniens*.

A ce système appartiennent les synclinaux de la rade de Brest, séparés du synclinal carboniférien de Châteaulin par la crête de Quimerc'h, le synclinal métamorphisé de Morlaix, les directions de plissement du nord des Côtes-du-Nord et de l'Ille-et-Vilaine, le pli de Gahard, le pli de la forêt de Mayenne, etc., pour ne citer que les principaux. Il est d'une grande netteté dans tout le nord du Massif, mais c'est dans le Massif tout entier qu'on peut en retrouver la trace.

Étant donnée la concordance absolue qui existe dans la partie médiane de la région depuis la base du Silurien jusqu'au Dévonien y compris, l'âge principal de ces plissements ne peut être antérieur à cette dernière époque, bien que dans le synclinal d'Ancenis, où l'on constate des discordances du Dévonien sur le Silurien, ils aient pu commencer plus tôt. Après le Coblencien en Normandie, après l'Eifélien dans le centre et dans l'est du Massif, au Famennien dans l'ouest, il s'est constitué une chaîne à direction *calédonienne*, dont les débris sont venus former les sédiments carbonifériens, en discordance sur les termes précédents, comme l'a montré en particulier Œhlert dans la Mayenne; elle est donc en retard sur les plissements de direction analogue situés plus au Nord dans les Iles britanniques.

Le second système de plissements (*Système de Cornouaille* de M. Ch. Bar-

rois), le seul qui soit généralement envisagé, de direction sensiblement E-W ou plutôt ESE-WNW, est le plissement *armoricain* (*hercynien*); il a commencé à se produire au Carboniférien moyen, mais il paraît s'être continué jusqu'après le Stéphanien.

Les plis armoricains se sont écrasés en maints endroits sur la chaîne à direction calédonienne, insuffisamment abrasée; en tout cas, leur déviation à la rencontre des plis plus anciens est parfaitement visible en de nombreux points, en particulier dans le Finistère.

Il n'est pas téméraire de considérer comme des racines de nappes de charriage armoricaines les couches fragmentées et bordées de failles longitudinales du synclinal médian de la Bretagne, qui s'étendent à travers les Côtes-du-Nord et l'Ille-et-Vilaine et sont généralement déversées vers le Nord avec pendage Sud constant.

Les terrains des synclinaux du Sud présentent, du reste, des phénomènes analogues, comme en est témoin la *Nappe de la Vilaine*.

La séance est levée à 16 heures.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 6 septembre 1920.)

Note de M. *A. Lacroix*, Sur les groupements réguliers de deux minéraux différents constituant certains fers titanés :

Page 484, ligne 17, *au lieu de* de magnétite, *lire* d'hématite.